

## **TUGAS AKHIR**

**EVALUASI DRAINASE DI SEKITAR KAMPUS  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
(Studi Kasus : Dusun Tegalsari, Kabupaten Sleman,  
Yogyakarta)  
*(EVALUATION OF DRAINAGE AROUND THE  
CAMPUS OF THE ISLAMIC UNIVERSITY OF  
INDONESIA)  
(Case Study at Tegalsari, Sleman, Yogyakarta)***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Muhammad Reza Adhari  
16511121**

**PROGRAM SARJANA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2023**

## TUGAS AKHIR

**EVALUASI DRAINASE DI SEKITAR KAMPUS  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
(Studi Kasus : Dusun Tegalsari, Kabupaten Sleman,  
Yogyakarta)  
(*EVALUATION OF DRAINAGE AROUND THE CAMPUS  
OF THE ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA*)  
(*Case Study at Tegalsari, Sleman, Yogyakarta*)**

Disusun oleh

**Muhammad Reza Adhari**  
16511121

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 24 Agustus 2023

Oleh Dewan Penguji:

**Pembimbing I**

**Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng.**  
NIK: 165110105

**Penguji I**

**Pradipta Nandi Wardhana, S.T., M.Eng.**  
NIK: 135111102

**Penguji II**

**Shofwatul Fadilah, S.T.P., M.Eng.**  
NIK: 215111308

Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil



**Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. Eng.**  
NIK: 095110101

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk menyelesaikan program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 20 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Reza Adhari

(16511121)

## **HALAMAN DEDIKASI**

Alhamdulillah rasa syukur kepada Allah SWT yang selalu memberi limpahan rahmat dan kesehatan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sholawat kepada Nabi Muhammad SAW dan keturunannya serta sahabat beliau. Dari lubuk hati, saya dedikasikan tugas akhir ini kepada :

1. Bapak Drs. Satar dan Noor Zaenah, orangtua penulis yang selalu mendoakan dan memberi dukungan materiil kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Istri saya apt. Siti Maulidah, S.Farm. yang senantiasa memberi dukungan dan doa, serta telah bersabar menunggu proses penyusunan Tugas Akhir ini selesai.
3. Saudara kandung saya apt. Muhammad Ikhwan Rizki, M.Farm. dan apt. Rizsanti Meirina Satar S.Farm. yang senanti mendoakan dan memberi motivasi saat proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Kakak asuh atau mentor sekaligus teman kos saya yaitu Bapak Dr. apt. Lutfi Chabib, Msc. yang senantiasa mendengarkan keluh kesah selama proses penyusunan Tugas Akhir.

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb*

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Adapun Terdapat beberapa hambatan selama proses penyusunan Tugas Akhir. Berkat arahan dan dorongan dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih sepenuh hati kepada:

1. Ibu Dinia Anggraheni, S.T.,M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberi banyak ilmu, arahan dan motivasi kepada saya, hingga proses penyusunan Tugas Akhir ini selesai.
2. Kakak tingkat Mas Adi selaku laboran di Lab GIS dan Seismik yang membantu proses skripsi ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis maupun bagi pembaca.

Yogyakarta, 16 Agustus 2023

Penulis,



Muhammad Reza Adhari

16511121

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
DEDIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Tujuan Penelitian	16
1.4 Manfaat Penelitian	17
1.5 Batasan Penelitian	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase (Studi Kasus : Dusun Kimpulan,18 Desa Sadonoharjo, Kecamatan Ngaglik, Sleman, Yogyakarta)	18
2.2 Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan Pada Kawasan Laksda 19 Adiscu Adisucipto Yogyakarta	19
2.3 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kawasan Kampus Terpadu 19 Universitas Islam Indonesia	19
2.4 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Pramuka Kota 20 Yogyakarta, D.I Yogyakarta.	20

2.5 Perbedaan Penelitian dengan Sebelumnya	21
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	<b>24</b>
3.1 Drainase	24
3.2 Bentuk Saluran Drainase	24
3.2.1 Saluran Segiempat	24
3.3 Analisis Hidrologi	26
3.3.1 Curah Hujan Kawasan	26
3.4 Analisis Frekuensi dan Probabilitas	29
3.5 Kemiringan Saluran (So)	33
3.6 Analisis Intensitas Hujan	33
3.7 Analisis Hidrolika	34
3.8 Waktu Konsentrasi	35
3.9 Koefisien Pengaliran Metode Rasional	35
3.10 Debit Banjir Rencana	37
<b>BAB IV METODELOGI PENELITIAN</b>	<b>42</b>
4.1 Tinjauan Umum	42
4.2 Lokasi Penelitian	42
4.3 Data Penelitian	43
4.4 Tahapan Penelitian Evaluasi Saluran Drainase	44
4.5 Bagan Alir Tugas Akhir	47
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	<b>50</b>
5.1 Data Hujan Harian Maksimum	50
5.2 Analisis Frekuensi	50
5.2.1 Pemilihan Distribusi Hujan	52
5.2.2 Curah Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson Tipe III	53
5.3 Uji Distribusi Probabilitas	54
5.3.1 Analisis Persamaan Chi Kuadrat	54
5.3.2 Uji Chi Kuadrat Menggunakan Program AProb 4.1.	57
5.4 Perhitungan Kemiringan Saluran (So)	59
5.5 Skema Aliran Saluran Drainase	59
5.6 Analisis Intensitas Hujan (I)	61

5.7 Analisis Koefisien Limpasan (C)	65
5.8 Analisis Debit Limpasan (Ql)	67
5.9 Analisis Kapasitas Saluran (Qc)	68
5.10 Evaluasi Saluran Eksisting	70
5.11 Perencanaan Ulang Dimensi Saluran Drainase Eksisting	71
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>74</b>
6.1 Kesimpulan	74
6.2 Saran	74
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>75</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3.1 Persyaratan Jenis Distribusi	32
Tabel 3. 2 Tabel Koefisien Manning	35
Tabel 3.3 Koefisien Limpasan Untuk Metode Rasional	36
Tabel 3.4 Kala Ulang Berdasarkan Jenis Kota	38
Tabel 5.1 Curah Hujan Maksimum Tahun 1994 sampai 2008	50
Tabel 5.2 Perhitungan Parameter Statistik Hujan	51
Tabel 5.3 Persyaratan Parameter Statistik Distribusi	52
Tabel 5.4 Perhitungan Variabel Log Pearson Tipe III	53
Tabel 5.5 Nilai KT Untuk Distribusi Log Pearson III	54
Tabel 5 6 Pengurutan Data Hujan	55
Tabel 5.7 Kelas Distribusi	56
Tabel 5.8 Pengujian Kesesuaian Distribusi Log Pearson Tipe III	57
Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Kemiringan Saluran Drainase	59
Tabel 5.10 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Konsentrasi Saluran	64
Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Hujan	64
Tabel 5.12 Perhitungan koefisien limpasan saluran AB	66
Tabel 5.13 Perhitungan koefisien limpasan saluran BH	66
Tabel 5.14 Perhitungan koefisien limpasan saluran HI	66
Tabel 5.15 Rekapitulasi Debit Limpasan Saluran Drainase	67
Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting (Qc)	70
Tabel 5.17 Evaluasi Saluran Drainase Eksisting	70
Tabel 5.18 Perhitungan Tinggi Jagaan	72
Tabel 5.19 Rekapitulasi Desain Ulang Dimensi Saluran	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Saluran Drainase Yang Bermasalah	16
Gambar 3.1 Drainase Segiempat	25
Gambar 3.2 Ilustrasi Metode Thiessen	27
Gamabr 3.3 Stasiun Hujan di Suatu DAS	28
Gambar 3.4 Ilustrasi Metode Isohyet	29
Gambar 3.5 Output Parameter Statistik Program Aprob 4.1	39
Gambar 3.6 Output Hasil Uji Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogrof	40
Gambar 3.7 Output Hujan Rencana Kala Ulang	40
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian	42
Gambar 4.2 File Input Data Hujan	46
Gambar 4.3 Pemilihan File Data Hujan	46
Gambar 4.4 Bagan Alir Penelitian	49
Gambar 5.1 Hasil Analisis Program Aprob 4.1 Uji Chi-Kuadrat	58
Gambar 5.2 Skema Aliran Saluran Drainase	60
Gambar 5.3 Skema Aliran Pada Google <i>Earth</i>	60
Gambar 5.4 Sketsa Saluran AB	61
Gambar 5.5 Skema Luasan Pengaliran Saluran Drainase	65

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Nilai KT Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III	77
Lampiran 2 Tabel Nilai Derajat Kepercayaan	78
Lampiran 3 Tabel Nilai Parameter Chi-Kuadrat ( $\chi^2_{cr}$ )	79
Lampiran 4 Tabel Kecepatan yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material	81
Lampiran 5 Tabel Harga Rata-rata (n)	82
Lampiran 6 Tabel Koefisien Penyebaran Hujan	83
Lampiran 7 Tabel Kemiringan Melintang Jenis Lapis Perkerasan	84
Lampiran 8 Gambar Saluran AB	85
Lampiran 9 Gambar Saluran BH	86
Lampiran 10 Gambar Saluran HI	87
Lampiran 11 Gambar Pengukuran Elevasi Menggunakan Theodolit	88
Lampiran 12 Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir	90

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Ei	= Frekuensi sesuai pembagian kelas
FT UGM	= Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
ISBN	= <i>International Standard Book Number</i>
Jpg	= <i>Join Photographic Experts Group</i>
KT	= Kala Ulang Tahun
Oi	= Frekuensi yang diamati sesuai kelas
Txt	= <i>Text Document</i>
UII	= Universitas Islam Indonesia
Xls	= <i>Extensible Stylesheet Language</i>

## ABSTRAK

Peningkatan pertumbuhan penduduk menyebabkan perubahan tata guna lahan di suatu wilayah. Demikian halnya yang terjadi di kawasan sekitar kampus Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta. Pesatnya perkembangan UII mampu mengubah tata guna lahan di sekitar kampus menjadi pusat bisnis rumah kos. Peningkatan pembangunan rumah kos sering kali mengabaikan prinsip tata kota yaitu ketersediaan drainase. Padahal drainase memiliki peran penting dalam mencegah terjadinya genangan dan banjir. Salah satu wilayah yang kondisi drainasenya bermasalah dan tergenang yaitu terletak di Gang Godel, Gang Kanguru, dan Gang Kenari di Desa Umbulmartani, Kecamatan Ngemplak.

Maka untuk menghadapi masalah genangan akibat intensitas hujan yang tinggi, diperlukan evaluasi kapasitas saluran dan debit limpasan sebagai respons terhadap data hujan yang tinggi. Evaluasi saluran dilakukan dengan metode rasional untuk debit limpasan dan penilaian kapasitas saluran menggunakan persamaan *Manning*. Evaluasi dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor luas wilayah pengaliran, koefisien pengaliran dan intensitas hujan.

Hasil dari evaluasi didapatkan bahwa kapasitas pada 3 saluran eksisting lebih kecil dari debit limpasan. Saluran AB, Saluran BH, dan Saluran HI gagal menampung debit rencana kala ulang 2 tahun. Hasil desain saluran adalah perencanaan dimensi saluran AB sebesar 0,4 m x 0,625 m, penambahan ketinggian saluran BH sebesar 1,3 m dan ketinggian saluran HI sebesar 0,4 m.

**Kata Kunci** : Drainase, Kapasitas Saluran, Debit Limpasan,

## ***ABSTRACT***

*The increase in population growth has led to changes in land use in a certain region. This phenomenon is also observed in the area surrounding the campus of the Islamic University of Indonesia (UII) in Yogyakarta. The rapid development of UII has the capability to transform the land use around the campus into a center for boarding house businesses. However, the rapid expansion of boarding house construction often overlooks urban planning principles, particularly the availability of drainage. Yet, drainage plays a vital role in preventing waterlogging and floods. One of the areas where drainage conditions are problematic and inundation occurs is located in Gang Godel, Gang Kanguru, and Gang Kenari within the Umbulmartani Village, Ngemplak District.*

*Therefore, to address the issue of waterlogging due to high-intensity rainfall, an assessment of channel capacity and runoff discharge is needed as a response to the high rainfall data. Channel evaluation is carried out using the rational method for runoff discharge, and the assessment of channel capacity employs the Manning equation. This evaluation takes into account factors such as watershed area, runoff coefficient, and rainfall intensity.*

*The evaluation results show that the capacities of the three existing channels are smaller than the runoff discharge. Channels AB, BH, and HI fail to accommodate the planned runoff for a 2-year return period. The channel design results in the planning of dimensions for channel AB of 0.4 m x 0.625 m, an increase in the height of channel BH by 1.3 m, and an elevation of channel HI by 0.4 m*

**Keywords :** *Drainage, Channel Capacity, Runoff Discharge*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan provinsi dengan jumlah pertumbuhan penduduk yang tinggi. Peningkatan pertumbuhan penduduk menyebabkan perubahan tata guna lahan wilayah tertentu. Demikian halnya yang terjadi di kawasan sekitar kampus Universitas Islam Indonesia (UII) Jalan Kaliurang. Pesatnya perkembangan UII mampu menggerakkan perekonomian di wilayah sekitar, seperti pembangunan rumah hunian. Rumah hunian disekitar kampus telah beralih fungsi menjadi tempat tinggal mahasiswa (kos). Fenomena ini berlangsung sejak berdirinya UII hingga sekarang. Persoalan yang muncul yaitu alih fungsi lahan tidak selalu mengedepankan prinsip tata kota.

Salah satu prinsip yang sering diabaikan yaitu ketersediaan saluran drainase di jalan desa/pemukiman. Drainase menjadi faktor penting di dalam suatu perencanaan tata kota guna mencegah terjadinya bencana banjir dan genangan. Pada wilayah yang tidak tersedia drainase, air hujan akan sulit meresap ke dalam tanah. Fenomena tersebut menyebabkan genangan di ruas jalan dan pemukiman. Limpasan tersebut menggenang dan dapat mengganggu aktivitas masyarakat sekitar serta dapat merusak struktur jalan raya. Jika tidak ditangani dengan baik, maka genangan akan semakin meluas, terutama pada saat musim penghujan.

Salah satu titik genangan yang menjadi masalah pada penelitian ini yaitu di kawasan Gang Godel, Gang Kanguru, dan Gang Kenari. Ketiga lokasi tersebut berada di Desa Umbulmartani, Kabupaten Sleman, Yogyakarta, dimana wilayah tersebut berdekatan dengan Embung Kladuan UII. Genangan terjadi akibat tidak tersedianya sistem drainase yang memadai. Pada beberapa lokasi ditemukan drainase yang tertimbun tanah dan dan tertutup cor beton serta tidak tersedia saluran drainase sama sekali. Berikut lokasi yang dimaksud ditunjukkan pada Gambar 1.1



**Gambar 1.1 Saluran Drainase Yang Bermasalah**

Berdasarkan uraian masalah diatas, maka perlu dilakukan evaluasi drainase di wilayah tersebut. Jika kapasitas saluran eksisting lebih kecil daripada debit limpasan, maka akan dilakukan tahapan perencanaan sistem saluran drainase yang sesuai dengan kapasitas debit rencana.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapa kapasitas saluran drainase di lingkungan sekitar kampus UII?
2. Berapa debit limpasan saluran drainase di lingkungan sekitar kampus UII?
3. Perlukah desain ulang (*redesign*) drainase agar mampu menampung debit rencana?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kapasitas saluran drainase di lingkungan sekitar kampus UII.
2. Mengetahui debit limpasan saluran drainase di lingkungan sekitar kampus UII.
3. Mengetahui kebutuhan desain saluran drainase agar mampu menampung debit rencana.



#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai studi perencanaan drainase di lingkungan sekitar kampus UII.

#### **1.5 Batasan Penelitian**

Adapun batasan-batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perencanaan drainase dilakukan pada stasiun yang belum memiliki drainase.
2. Drainase tidak dimodelkan.
3. Luas daerah tangkapan drainase ditinjau hanya pada kawasan yang memiliki tingkat pengaruh yang lebih dominan.
4. Tidak menghitung anggaran biaya.
5. Analisis debit banjir rencana dengan kala ulang 2 tahun.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase (Studi Kasus : Dusun Kimpulan, Desa Sadonoharjo, Kecamatan Ngaglik, Sleman, Yogyakarta)**

Penelitian ini dilakukan oleh Naomi Ulva Rizqiawati (2018) pada saluran drainase yang berlokasi di Kecamatan Ngaglik, Sleman, Yogyakarta. Permasalahan yang ditemukan memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan ditinjau penulis yaitu saat intensitas hujan yang tinggi maka terjadi genangan. Adapun metode yang juga memiliki kesamaan dan dapat dipakai yaitu pada proses mencari elevasi saluran drainase menggunakan alat *theodolite*. Masing-masing saluran diukur elevasinya dan diukur panjang salurannya serta dilakukan pelacakan arah aliran drainase. Pengukuran elevasi secara manual dilakukan agar mendapat elevasi saluran yang akurat. Mengingat luas wilayah penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya sama seperti yang penulis tinjau yaitu luasan kecil sehingga tidak dapat digunakan data elevasi kontur.

Berdasarkan uraian masalah diatas maka metode analisis yang digunakan peneliti sebelumnya, dapat digunakan oleh penulis karena memiliki kesamaan masalah dan tujuan penelitian. Metode yang juga dapat digunakan ialah pada proses analisis distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan Normal. Uji distribusi menggunakan uji Chi Kuadrat. Intensitas hujan dihitung dengan metode Dr. Mononobe. Masing-masing saluran dihitung besaran waktu konsentrasi aliran. Lalu dalam menentukan debit banjir, metode yang dipakai sama dengan metode penelitian yang penulis lakukan yaitu Metode Rasional. Besaran debit rencana nilainya dibandingkan dengan saluran eksisting untuk mengetahui kelayakan kapasitas masing-masing saluran. Jika saluran mengalami kelebihan kapasitas maka akan dilakukan desain ulang dimensi saluran.

## **2.2 Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan Pada Kawasan Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta**

Penelitian dilakukan oleh Oktamal Akhir (2019) pada saluran drainase Jalan Laksda Adisucipto yang berlokasi di Kecamatan Depok, Yogyakarta. Permasalahan yang ditemukan memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan ditinjau penulis yaitu saat intensitas hujan yang tinggi maka terjadi genangan. Sehingga terjadi limpasan air hujan pada saluran dan mengakibatkan genangan. Penelitian ini hanya berfokus pada penyebab dan upaya penanggulangan genangan melalui proses evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting. Berdasarkan uraian masalah diatas maka metode analisis yang digunakan peneliti sebelumnya, dapat digunakan oleh penulis karena memiliki kesamaan masalah dan tujuan penelitian.

Metode yang juga dapat digunakan ialah pada proses analisis distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan Normal. Uji distribusi menggunakan uji Chi Kuadrat. Menentukan koefisien dan nilai *slope* daerah layanan drainase disesuaikan dengan kondisi tata guna lahan. Intensitas hujan dihitung menggunakan metode Dr. Mononobe. Masing-masing saluran dihitung besaran waktu konsentrasi. Lalu debit banjir diperoleh dari Metode Rasional, yang kemudian nilainya dibandingkan dengan kapasitas saluran eksisting untuk mengetahui kapasitas saluran.

## **2.3 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia**

Penelitian dilakukan oleh Maulidin Achmad (2016) di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia, Sleman, Yogyakarta. Permasalahan yang ditemukan memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan ditinjau penulis yaitu saat intensitas hujan yang tinggi maka terjadi genangan. Sehingga terjadi limpasan air hujan pada saluran dan mengakibatkan genangan. Adapun kesamaan lain yang ditemukan yaitu lokasi penelitian yang dilakukan oleh Maulidin Achmad (2016) berada di wilayah yang sama dengan penulis yaitu di lingkungan Kampus Terpadu UII, tepatnya di desa Umbulmartani, Kecamatan Ngemplak, Sleman,

Yogyakarta. Maka dari itu, data hujan kawasan yang dipakai oleh peneliti sebelumnya dapat dipakai pada penelitian kali ini yaitu Stasiun Kempud, Stasiun Prumpung, dan Stasiun Brongang.

Penelitian ini hanya berfokus upaya penanggulangan genangan melalui proses evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting. Berdasarkan uraian masalah diatas maka metode analisis yang digunakan peneliti sebelumnya, dapat digunakan oleh penulis karena memiliki kesamaan masalah dan tujuan penelitian. Metode yang juga dapat digunakan ialah pada proses analisis distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan Normal. Menentukan koefisien dan nilai *slope* daerah layanan drainase disesuaikan dengan kondisi tata guna lahan. Analisis intensitas hujan dengan cara metode Dr. Mononobe. Masing-masing saluran dihitung besaran waktu konsentrasi. Lalu debit banjir diperoleh dari Metode Rasional, yang kemudian nilainya dibandingkan dengan kapasitas saluran eksisting untuk mengetahui kapasitas saluran.

#### **2.4 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Pramuka Kota Yogyakarta, D.I Yogyakarta.**

Penelitian ini dilakukan oleh Ilham Setiawan (2020) pada saluran drainase Jalan Pramuka yang berlokasi di Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. Permasalahan yang ditemukan memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan ditinjau penulis yaitu saat intensitas hujan yang tinggi maka terjadi genangan. Sehingga terjadi limpasan air hujan pada saluran dan mengakibatkan genangan. Tujuan penelitian ini untuk penilaian kapasitas saluran drainase dan upaya penyelesaian masalah genangan serta banjir melalui desain ulang saluran drainase.

Berdasarkan uraian masalah diatas maka metode analisis yang digunakan peneliti sebelumnya, dapat digunakan oleh penulis karena memiliki kesamaan masalah dan tujuan penelitian. Metode yang juga dapat digunakan ialah pada proses analisis distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan Normal. Pengujian distribusi yaitu dengan uji Chi Kuadrat juga dapat digunakan penulis. Analisis intensitas hujan dengan metode Dr. Mononobe. Masing-masing saluran dihitung besaran waktu konsentrasi. Lalu debit banjir diperoleh dari Metode

Rasional, yang kemudian nilainya dibandingkan dengan kapasitas saluran eksisting untuk mengetahui kelayakan kapasitas suatu saluran.

## 2.5 Perbedaan Penelitian dengan Sebelumnya

Berdasarkan penjelasan sebelumnya tentang uraian ringkasan penelitian terdahulu, ditemukan beberapa perbedaan dalam beberapa hal. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Oktamal (2019) dan Ilham (2020) berlokasi di wilayah yang berbeda dengan lokasi penelitian penulis lakukan. Wilayah tersebut berada di kawasan Jalan Laksda Adisucipto dan Jalan Pramuka Kota Yogyakarta. Wilayah tersebut memiliki karakteristik tata guna lahan yang tidak sama dengan karakteristik wilayah penelitian yang dilakukan oleh penulis. Mengingat lokasi penelitian penulis berada di wilayah dataran tinggi. Maka dari itu, koefisien pengaliran yang dihasilkan pada penelitian terdahulu berbeda dengan penelitian yang penulis lakukan sekarang. Selain itu, perbedaan wilayah menyebabkan perbedaan data hujan kawasan, dimana hal tersebut mempengaruhi besaran debit kala ulang tertentu.

Umumnya besaran intensitas hujan tiap wilayah yang memiliki stasiun hujan yang berdekatan menghasilkan data hujan yang berbeda-beda. Naomi (2018) menggunakan Stasiun Prumpung, dimana stasiun tersebut dapat digunakan oleh penulis sebagai sumber data curah hujan karena wilayah yang berdekatan dan dapat dihubungkan dengan stasiun di wilayah Ngemplak yaitu Stasiun Kerumput dan Stasiun Grongang. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Oktamal (2019) dan Ilham (2020), stasiun hujan tidak dapat digunakan sebagai sumber data curah hujan. Kedua peneliti tersebut melakukan penelitian di Kecamatan Depok dan Kecamatan Umbulharjo, dimana lokasi tersebut cukup jauh dari lokasi penelitian penulis dan tidak dalam wilayah hujan kawasan Kecamatan Ngemplak.

Dalam metode pengukuran, Oktamal (2019) menggunakan *Waterpass* dan Ilham (2020) menggunakan aplikasi *Global Mapper*. Pada penelitian ini, penulis tidak dapat menggunakan *Global Mapper* karena luas tinjauan yang kecil. Maka dari itu, *Global Mapper* tidak dapat dijadikan acuan dalam menentukan elevasi saluran karena penggunaan *Global Mapper* akan menghasilkan elevasi titik yang

sama rata pada wilayah pengamatan yang kecil. Maka dari itu, penulis memilih alat theodolit karena alat ini mampu menghasilkan elevasi untuk tiap titik tertentu dan memiliki kemampuan bacaan rambu ukur yang cukup jauh serta hasil yang lebih akurat.

Berikut ini merupakan tabel perbandingan penelitian terdahulu yang dimuat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu**

<b>Peneliti</b>	<b>Naomi (2018)</b>	<b>Oktamal (2019)</b>	<b>Achmad Maulidin (2016)</b>	<b>Ilham (2020)</b>	<b>Muhammad Reza Adhari (2023)</b>
Jenis	Tugas Akhir	Tugas Akhir	Tugas Akhir	Tugas Akhir	Tugas Akhir
Judul	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase (Studi Kasus : Dusun Kimpulan, Desa Sadonoharjo, Kecamatan Ngaglik, Sleman, Yogyakarta.	Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan Pada Kawasan Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Pramuka, Kota Yogyakarta, D.I. Yogyakarta	Evaluasi Drainase Di Lingkungan Sekitar Kampus UII
Lokasi	Saluran Drainase di Kawasan Kecamatan Ngaglik, Sleman, Yogyakarta.	Kawasan Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta	Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia, Sleman, Yogyakarta.	Kawasan Jalan Pramuka, Kota Yogyakarta	Kawasan Gang Godel, Gang Kanguru, dan Gang Kenari, Kecamatan Umbulmartani, Kabupaten Sleman, Yogyakarta
Intensitas Hujan Maksimum Kala Ulang	2, 5 dan 10 tahun	2, 5 dan 10 tahun	2 tahun dan 5 tahun	2, 5 dan 10 tahun	2 tahun
Metode Distribusi Sebaran	Log Pearson III	Log Pearson III	Log Pearson III	Log Pearson III	Log Pearson III
Uji Distribusi Sebaran	Chi Kuadrat	Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov	Tidak melakukan uji	Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov	Chi Kuadrat
Debit Limpasan	Metode Rasional	Metode Rasional	Metode Rasional	Metode Rasional	Metode Rasional

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Drainase**

Drainase adalah sistem teknis bidang keairan yang berfungsi untuk mengangkut kelebihan air dari wilayah tertentu ke wilayah hilir. Di era modern, drainase merujuk pada suatu konsep untuk membebaskan wilayah dari genangan. Ciri suatu drainase dikatakan baik, apabila kota atau wilayah terbebas dari genangan air. Di sisi lain, drainase juga digunakan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada struktur perkerasan jalan raya akibat genangan air yang meresap. Umumnya saluran drainase diklasifikasikan menjadi dua tipe yaitu saluran drainase bawah permukaan dan saluran drainase permukaan. Di perkotaan, saluran drainase selalu ditutup sebagai trotoar atau bahu jalan. Namun beda halnya dengan diluar perkotaan, dimana air dapat langsung masuk/jatuh ke saluran, dengan sisi saluran rata dengan permukaan jalan.

#### **3.2 Bentuk Saluran Drainase**

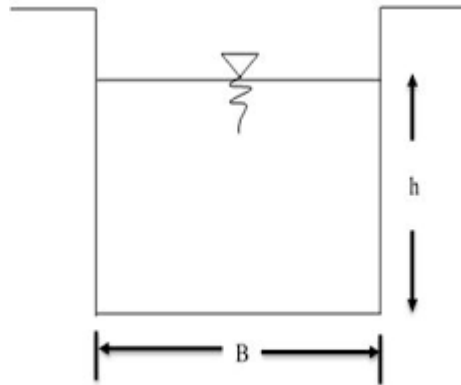
Bentuk suatu saluran drainase ditentukan berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan. Selain itu, bentuk saluran juga dipengaruhi desain kapasitas dengan masing-masing debit rencana yang berbeda. Dimensi yang terlalu besar menunjukkan *value* dari sisi ekonomi sangat rendah, dan sebaliknya jika dimensi terlalu kecil akan tidak optimal untuk menampung banjir atau genangan. Hasmar (2012) menyebutkan bahwa bentuk saluran dibagi menjadi dua tipe yaitu trapesium dan persegi panjang. Pada penelitian ini, saluran yang ditinjau menggunakan tipe saluran drainase berbentuk persegi panjang. Adapun uraian tipe saluran persegi panjang sebagai berikut.

##### **3.2.1 Saluran Segiempat**

Saluran tipe ini banyak ditemukan di perkotaan dan pemukiman karena saluran ini tidak membutuhkan lahan yang luas. Sama halnya seperti bentuk trapesium, saluran ini juga dapat digunakan untuk mengalirkan debit besar.



Namun umumnya tipe saluran ini digunakan pada lahan sempit dan debit yang kecil dan sedang. Biasanya saluran ini banyak ditemukan di luar perkotaan atau pemukiman penduduk. Berikut ditunjukkan bentuk drainase segiempat pada Gambar 3.2



**Gambar 3.1 Drainase Segiempat**

Adapun persamaan pada penampang saluran persegi empat diuraikan sebagai berikut. (Sumber : Buku Drainase Terapan, H.A. Halim Hasmar, 2012).

$$Q = A / V = A \times 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (3.1)$$

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (3.2)$$

$$A = b \times h = h^2 \quad (3.3)$$

$$P = b + 2 h = h = 2h = 3h. \quad (3.4)$$

$$R = A/P = h^2/3h = 0,333 h \quad (3.5)$$

dengan :

n = Angka kekasaran, ditentukan berdasarkan jenis bahan

Q = debit saluran ( m<sup>3</sup>/detik)

S = kemiringan saluran yang ditinjau

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

P = keliling

R = jari-jari (m)

V = kecepatan aliran drainase (m/detik)

h = tinggi saluran.

### 3.3 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan aspek penting dalam perencanaan suatu sistem bangunan sipil. Kegagalan dalam perhitungan drainase jalan dapat mengakibatkan keruntuhan struktur perkerasan jalan dan genangan. Dalam upaya pengendalian genangan, maka langkah awal perlu dilakukan analisis hidrologi. Analisis hidrologi akan menghasilkan besaran debit limpasan (Q). Jika data debit tidak tersedia, maka perhitungan debit banjir rencana menggunakan data hujan harian.

#### 3.3.1 Curah Hujan Kawasan

Bambang Triatmodjo (2008) menyebutkan bahwa jika terdapat lebih dari satu stasiun hujan, maka perlu dilakukan analisis hidrologi hujan kawasan. Ada tiga macam metode yang dijelaskan pada buku “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan” oleh Dr. Ir. Suripin, M.Eng. sebagai berikut.

##### 1. Metode Thiessen

Metode Thiessen menganggap bahwa hujan yang terjadi dianggap sama dengan hujan yang terjadi pada stasiun terdekat sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Maka hitungan hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari setiap stasiun.

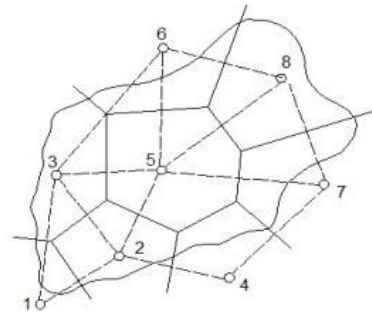
$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (3.6)$$

dengan :

$\bar{R}$  = Curah hujan (mm),

$R_1, R_2, \dots, R_n$  = Curah hujan di titik yang ditinjau (mm),

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah yang mewakili titik tinjauan.



**Gambar 3.2 Ilustrasi Metode Thiessen**

(Sumber: Sosrodarsono 2006:28)

## 2. Metode Rerata Aritmatis

Metode perhitungan paling sederhana dengan mengambil nilai rata-rata curah hujan dari semua tempat pengukuran dalam suatu periode tertentu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.16 dibawah ini. Cara biasanya digunakan untuk topografi rata atau datar, dengan jumlah pos curah hujan yang cukup banyak dan dengan asumsi bahwa curah hujan di daerah tersebut bersifat *uniform (uniform distribution)*, dengan rumus sebagai berikut.

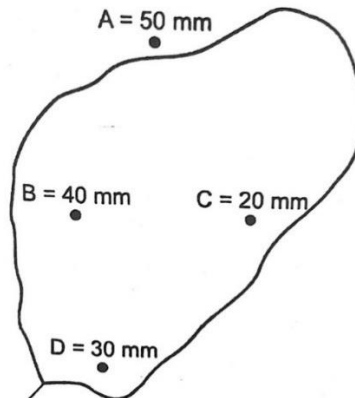
$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (3.7)$$

dengan :

$d$  = Curah hujan rerata,

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  = curah hujan pos 1, 2, ... n,

$n$  = Jumlah total pos.



**Gamabr 3.3 Stasiun Hujan di Suatu DAS**

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008)

### 3. Metode Isohyet

Isohyet adalah garis lengkung yang menunjukkan harga curah hujan yang sama. Umumnya sebuah garis lengkung menunjukkan angka yang bulat. Isohyet ini diperoleh dengan cara interpolasi harga-harga curah hujan yang tercatat pada pos penakar hujan lokal. Metode ini memerlukan jaringan pos penakar yang relatif lebih padat untuk membuat garis isohyet. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.17 dibawah ini. Curah hujan areal dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

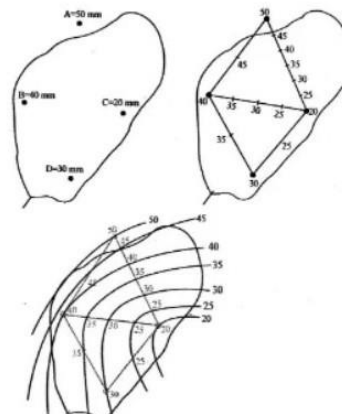
$$\bar{P} = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (3.8)$$

dengan :

$\bar{P}$  = Curah hujan rata-rata daerah ( mm),

$I_1, I_2, \dots, I_n,$  = Curah hujan rata-rata daerah ( mm),

$A_1, A_2, \dots, A_n,$  = Luas daerah oleh garis isohyet ke 1 dan 2, dan n



**Gambar 3.4 Ilustrasi Metode Isohyet**

(Sumber: Bambang Triatmodjo,2008)

### 3.4 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Analisis frekuensi adalah memperkirakan suatu kejadian besaran hujan dalam kurun waktu tertentu. Salah satu metode yang dipakai pada pengujian ini yaitu pemilihan data maksimum tahunan. Metode tersebut dimuat pada buku yang berjudul “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan” oleh Dr. Ir. Suripin, M.Eng. Pemilihan data maksimum tahunan mengakibatkan data tertinggi ke dua tidak dipakai. Maka, pada pemilihan data tersebut yang diambil hanya satu data tertinggi saja untuk setiap tahunnya.

Joesron Loeibis (1984) menyebutkan bahwa semua pengamatan data harian hujan bukanlah kejadian acak (*random*) yang berdiri sendiri, karena aliran pada suatu hari biasanya tergantung pada aliran pada hari sebelumnya, dan demikian juga pengamatan-pengamatan tidak terdiri dari serangkaian yang berdiri sendiri. Kesatu pengamatan tersebut disebut seri penuh (*full series*). Berikut uraian tentang parameter statistik yang dijelaskan oleh Dr. Ir. Suripin, M.Eng pada Buku yang berjudul “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan”.

#### 1. Parameter Statistik

##### a. Nilai Rata-rata

Nilai rerata digunakan pada penelitian ini dan dapat dilihat dalam persamaan berikut:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3.9)$$

dengan :

$\bar{X}$  = Rerata,

$X_i$  = Data hujan,

$n$  = Jumlah dat hujan

b. Varian dan deviasi standar ( $s$ )

Penyebaran data dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (3.10)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (3.11)$$

c. Koefisien variasi ( $C_v$ )

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata pada suatu distribusi. Semakin besar nilai variasi menandakan data kurang merata atau kurang heterogen, sedangkan semakin kecil berarti data semakin merata. Koefisien varian dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$C_v = \frac{s}{\bar{X}} \quad (3.12)$$

d. Keofisien Skewness ( $C_s$ )

Perhitungan keofisien kemencengan dapat dilihat pada rumus berikut.

$$C_s = \frac{n}{(n-1)s^2} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (3.13)$$

e. Koefisien kurtosis ( $C_k$ )

Koefisien kurtosis mampu mengetahui besaran dari keruncingan bentuk suatu kurva distribusi frekuensi.

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{s^4} \quad (3.14)$$

## 2. Distribusi Frekuensi

Dalam analisis frekuensi terdapat beberapa jenis distribusi diantaranya sebagai berikut:

### a. Distribusi Normal

Distribusi ini terdiri dari 2 nilai yaitu rerata ( $\bar{X}$ ) dan deviasi standar ( $s$ ) yang ditunjukkan pada rumus 3.15.

$$X_{TR} = \bar{X} + s \cdot K \quad (3.15)$$

dengan :

$K$  = jumlah kelas.

### b. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal dengan merubah varian  $x$  menjadi log varian  $x$ , dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$\log X_{TR} = \log \bar{X} + S_{\log} \cdot K \quad (3.16)$$

### c. Distribusi Log Pearson III

Distribusi log pearson III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson III dengan transformasi variat menjadi nilai log. Bentuk distribusi log Pearson III dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$y_{TR} = \bar{y} + s_y \cdot K_{TR} \quad (3.17)$$

dengan :

$y_{TR}$  = Nilai logaritmik pada periode ulang tertentu,

$\bar{y}$  = Nilai rata-rata dari  $y_i$  ,

$s_y$  = Standar deviasi dari  $y_i$  ,

$K_{TR}$  = Faktor besaran frekuensi.

### d. Distribusi Gumbel

Berikut perhitungan yang digunakan untuk distribusi Gumbel yang ditunjukkan persamaan berikut.

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (3.18)$$

dimana:

$$y = \frac{x-u}{\alpha} \quad (3.19)$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} x s}{\pi} \quad (3.20)$$

$$u = \bar{x} - 0,5772 \alpha \quad (3.21)$$

dengan:

$y_n$  = faktor reduksi,

$u$  = modus dari distribusi,

$s$  = standar deviasi.

Selanjutnya hasil perhitungan distribusi frekuensi diuji dengan persyaratan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Persyaratan Jenis Distribusi**

No	Jenis Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s = 0$
		$C_k = 3$
2	Log Normal	$C_s = 3$
		$C_k = 5,383$
3	Gumbel	$C_s = 1,1396$
		$C_k \leq 5,4002$
4	Log Pearson III	$C_s \neq 0$

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2013)

### 3. Pengujian Distribusi Frekuensi

Setelah dilakukan pemilihan distribusi, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian jenis distribusi. Namun pada penelitian ini, pengujian distribusi hanya menggunakan **pengujian Chi Kuadrat**. Berikut uraian persamaan yang dijelaskan pada buku yang berjudul “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan (Dr. Ir. Suripin, M.Eng).



a. Uji Chi Kuadrat

Nilai  $\chi^2 =$

$$\chi = \sum_{t=1}^{xN} \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \quad (3.22)$$

dengan :

$\chi$  = Nilai Chi-Kuadrat terhitung,

$Ef$  = Frekuensi (banyak pengamatan) sesuai pembagian kelasnya,

$Of$  = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama, dan

$N$  = Jumlah sub kelompok dalam satu grup.

### 3.5 Kemiringan Saluran (So)

Setelah mendapatkan hujan rencana kala ulang maka dilakukan perhitungan intensitas hujan. Perhitungan intensitas hujan dibutuhkan waktu konsentrasi (tc). Perhitungan waktu konsentrasi (tc) membutuhkan nilai kemiringan dari lokasi saluran yang ditinjau. Pada buku “Drainase Pekrotaan” oleh Universitas Tarumanegara. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung kemiringan saluran.

$$So = \frac{El1 - El2}{L_s} \quad (3.23)$$

dengan :

$So$  = kemiringan saluran (%)

$El1$  = elavasi tertinggi pada titik saluran yang ditinjau

$El2$  = elavasi terendah pada titik saluran yang ditinjau

$L_s$  = panjang saluran.

### 3.6 Analisis Intensitas Hujan

Menurut Dr. Monobe dalam menentukan intensitas hujan di dalam rumus rasional dapat dihitung dengan rumus yang dimuat pada buku “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan” oleh Dr. Ir. Suriplin, M.Eng.

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24}\right)^{nt} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad (3.24)$$

dengan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T = Lama curah hujan (jam)

$R_{24}$  = Curah hujan rencana dalam 24 jam (mm)

### 3.7 Analisis Hidrolika

Pada perencanaan suatu saluran drainase dibutuhkan konsep analisis hidrolika. Analisis hidrolika digunakan untuk merencanakan dimensi drainase, dimana debit rencana yang sebelumnya dihitung pada proses analisis hidrologi dimasukkan ke dalam saluran tersebut. Pada penelitian ini digunakan persamaan *Manning* yang dimuat pada buku “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan” oleh Dr. Ir. Suripin, M.Eng. Lalu untuk debit aliran drainase menggunakan persamaan Kontinuitas yang tertuang pada “*American Association of State Highway and Transportation Officials*” sebagai berikut.

$$V = \frac{1}{N} R^{2/3} S^{1/2} \quad (\text{Persamaan Manning}) \quad (3.25)$$

$$Q = A \times V \quad (\text{Persamaan Kontinuitas}) \quad (3.26)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.27)$$

$$S = \frac{\Delta h}{L_s} \quad (3.28)$$

dengan :

Q = debit aliran drainase (m<sup>3</sup>/detik)

A = luas penampang saluran (m)

V = kecepatan aliran drainase (m/detik)

R = perbandingan luas dan keliling saluran (m)

S = kemiringan dasar saluran.

n = koefisien *Manning* (lihat Tabel 5.3)

P = keliling basah saluran (m)

$\Delta h$  = beda elevasi (m)

$L_s$  = panjang saluran (m)

**Tabel 3.2 Tabel Koefisien Manning**

Bahan	Koefisien Manning (n)
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040

### 3.8 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan air mengalir dari titik terjauh menuju ke titik control (saluran). Berikut adalah persamaan yang dimuat pada buku “Drainase Perkotaan” (ISBN : 979 – 8382 – 49 – 8).

$$t_c = t_o + t_d \quad (3.29)$$

$$t_c = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}}\right) \quad (3.30)$$

$$t_d = \left(\frac{L_s}{60V}\right) \quad (3.31)$$

Dengan :

n = angka Manning

S = kemiringan

L = panjang saluran di atas permukaan lahan (m)

$L_s$  = panjang saluran di dalam saluran (m)

V = kecepatan aliran saluran (m/detik)

$T_o$  = waktu aliran menuju saluran

$T_d$  = waktu aliran menuju titik control (hilir).

### 3.9 Koefisien Pengaliran Metode Rasional

Koefisien pengaliran merupakan angka yang mempengaruhi debit aliran, dengan nilai koefisien yang berbeda-beda tergantung kondisi tata guna lahan daerah tinjauan. Nilai koefisien pengaliran memiliki tujuan agar saluran drainase

tidak melebihi kapasitas debit rencana, akibat daerah pengaruh yang sangat luas. Berikut nilai koefisien pengaliran yang ditunjukkan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3 Koefisien Limpasan Untuk Metode Rasional**

<b>Diskripsi lahan/Karakter Permukaan</b>	<b>Koefisien Aliran, C</b>
Business	
perkotaan	0,70 - 0,95
pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan	
rumah tunggal	0,30 - 0,50
multiunit, terpisah	0,40 - 0,60
multiunit, tergabung	0,60 - 0,75
perkampungan	0,25 - 0,40
apartemen	0,50 - 0,70
Industri	
ringan	0,50 - 0,80
berat	0,60 - 0,90
Perkerasan	
aspal dan beton	0,70 - 0,95
batu bata, paving	0,50 - 0,70
Atap	0,75 - 0,95
Halaman, tanah berpasir	
datar 2%	0,05 - 0,10
Rata-rata 2-7%	0,10 - 0,15
curam, 7%	0,15 - 0,20
Halaman, tanah berat	
datar 2%	0,13 - 0,17
Rata-rata 2-7%	0,18 - 0,22
curam, 7%	0,25 - 0,35
Halaman, kereta api	0,10 - 0,35
taman tempat bermain	0,20 - 0,35
taman, perkuburan	0,10 - 0,25
Hutan	
datar, 0-5%	0,10 - 0,40
bergelombang 5-10%	0,25 - 0,50
Berbukit, 10-30%	0,30 - 0,60

(Sumber: McGuen, 1989)

### 3.10 Debit Banjir Rencana

Debit rencana adalah debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan melalui suatu sungai atau bangunan air. Periode ulang adalah waktu hipotetik di mana suatu kejadian dengan nilai tertentu, debit rencana misalnya, akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Hal ini tidak berarti bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap periode ulang tersebut. Metode debit banjir untuk yang dipakai pada penelitian ini yaitu metode rasional. Metode biasa digunakan pada permasalahan drainase sederhana, dimana penggunaan metode ini sangat cocok pada luas tinjauan yang kecil. Berikut persamaan yang dimuat pada buku “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan” oleh Dr. Ir. Suripin, M.Eng.

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \quad (3.32)$$

dengan :

- Q = debit banjir (m<sup>3</sup>/detik)
- C = koefisien aliran (lihat tabel 3.3)
- I = Intensitas Hujan (mm/jam)
- A = luas daeran pengaliran (km<sup>2</sup>).

### 3.11 Kala Ulang

Kala ulang merupakan waktu dimana menunjukkan suatu kejadian hujan dengan besaran tertentu, misalnya mencapai besaran tertentu, akan disamai atau dilampaui dalam jangka waktu tertentu. Maka waktu dinotasikan dalam bentuk (T) tahun yang berarti sebagai periode ulang dari suatu kejadian hujan ( $x_i$ ). Kejadian ini tidak menunjukkan bahwa suatu besaran hujan akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Pada perencanaan drainase, kala ulang yang digunakan tergantung fungsi saluran yang direncanakan. Suripin (2004) pada buku “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan” menyebutkan bahwa penggunaan kala ulang untuk perencanaan drainase terbagi atas empat jenis saluran sebagai berikut.

1. Saluran kwarter : kala ulang 1 tahun
2. Saluran tersier : kala ulang 2 tahun

3. Saluran sekunder : kala ulang 5 tahun
4. Saluran primer : kala ulang 10 tahun.

Dalam perencanaan saluran drainase kala ulang yang dipakai juga mempertimbangkan aspek luas daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Pada penelitian ini, luas total daerah tangkapan hujan yaitu **1,88 Ha**, dimana luas daerah pengaliran tergolong kecil sehingga ditinjau dari aspek ekonomis sangat tidak relevan jika dibandingkan dengan luas pengaliran yang kecil menggunakan kala ulang yang panjang. Berikut panduan pemilihan kala ulang yang disajikan pada Tabel 3.4 dibawah ini.

**Tabel 3. 4 Kala Ulang Berdasarkan Jenis Kota**

Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	< 10	10 - 100	101 - 500	> 500
Kota Metropolitan	2 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th	10 – 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th	5 – 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th	5 – 10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2 – 5 Th

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M 2014)

Maka berdasarkan teori Suripin (2004) dan pedoman tata cara perencanaan sistem drainase perkotaan yang dimuat pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M 2014 menghasilkan sebuah kesimpulan bahwa kala ulang yang digunakan pada penelitian ini yaitu **kala ulang 2 tahun**. Alasannya ialah karena saluran drainase yang ditinjau merupakan saluran drainase yang berfungsi sebagai saluran tersier dan luas daerah tangkapan hujan pada penelitian ini sebesar 1,88 Ha, dimana kedua alasan tersebut memenuhi syarat teori dan aturan.

### 3.12 Program Aprob 4.1

Program ini merupakan program yang digunakan untuk analisis data statistik normal dan logaritma, juga meliputi uji Chi Kuadrat yang dibuat oleh Istiarto (Dosen FT UGM). Input data file yang digunakan dapat berupa data debit dan data hujan (maksimum). File data yang diinput ialah *worksheet* excel berekstensi .xls atau .xlsx. Tingkat ketelitian program ini berbeda dengan perhitungan menggunakan persamaan manual, mengingat program ini telah

didesain menghasilkan data secara otomatis. Output dari program ini yaitu file ringkasan (txt) berisi data statistik, hasil uji Chi Kuadrat , hasil uji Smirnov Kolmogrof dan besaran intensitas kala ulang hujan tertentu. Adapun uraian masing-masing output program sebagai berikut.

### 1. Parameter Statistik

nilai rata-rata ( $\bar{X}$ ), standar deviasi (s), Koefisien variasi (Cv), Keofisien Skewness ( $C_s$ ) , Koefisien kurtosis ( $C_k$ ) . Sebagai contoh dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.

```

HUJAN DRAINASE SEKITAR UII 2 ringkasan - Notepad
File Edit Format View Help
Statistika data
--> jumlah data : 15
--> minimum : 4e+01
--> maximum : 1e+02
--> rata-rata : 82.116000
--> simpangan baku : 24.010611
--> kurtosis : 4.965825
--> excess kurtosis : 1.965825
--> skewness : 0.862774

Statistika logaritma data
--> jumlah data : 15
--> minimum : 1.587935
--> maximum : 2.149896
--> rata-rata : 1.897153
--> simpangan baku : 0.128633
--> kurtosis : 5.018301
--> excess kurtosis : 2.018301
--> skewness : -0.411064
  
```

**Gambar 3.5 Output Parameter Statistik Program Aprob 4.1**

### 2. Uji Distribusi Frekuensi

Pada program ini menghasilkan output keterangan yang menunjukkan bahwa suatu data distribusi yang dipilih “lulus” atau “gagal” Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.5 dibawah ini.

```

File Edit Format View Help
--> skewness      : 0.862774

Statistika logaritma data
--> jumlah data   : 15
--> minimum       : 1.587935
--> maximum       : 2.149896
--> rata-rata     : 1.897153
--> simpangan baku : 0.128633
--> kurtosis      : 5.018301
--> excess kurtosis : 2.018301
--> skewness      : -0.411064

Uji kecocokan terhadap sebaran data teoretis, \alpha = 0.10 (tingkat keyakinan 1-\alpha) = 0.90
      Gumbel      Log Normal      Log Pearson III      Normal
Smirnov-Kolmogorov lulus        lulus        lulus        lulus
Selisih maksimum  0.114      0.132      0.132      0.182
Chi-kuadrat       lulus        lulus        lulus        gagal
Chi-2 maksimum    6.933      6.933      6.933      10.667
  
```

**Gambar 3.6 Output Hasil Uji Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof**

### 3. Estimasi Hujan Rencana Kala Ulang

Output yang juga dihasilkan dari program Aprob 4.1 yaitu estimasi besaran hujan rencana kala ulang dari 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun, 100 tahun, 200 tahun, dan 500 tahun. Masing-masing nilai hujan rencana dibedakan berdasarkan jenis distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III dan Normal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.7 dibawah ini.

Estimasi besaran menurut berbagai nilai kala ulang [tahun]

kala ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	Normal
2	78	79	81	82
5	99	101	102	102
10	113	115	114	113
20	127	128	124	122
50	144	145	136	131
100	157	157	144	138
200	170	169	151	144
500	188	185	160	151

**Gambar 3.7 Output Hujan Rencana Kala Ulang**



### 3.13 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan adalah ruang yang disediakan untuk mengamankan saluran dari limpasan yang diukur dari permukaan air sampai permukaan saluran. Pada penelitian ini rumus yang digunakan untuk tinggi jagaan bersumber dari Pedoman Perencanaan Drainase Jalan Tahun 2006 yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaam Umum. Berikut uraian rumus tinggi jagaan yang dimaksud.

$$W = \sqrt{0,5 \times h} \quad (3.33)$$

dengan :

W = tinggi jagaan

h = kedalaman rencana saluran (m)

## **BAB IV**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Tinjauan Umum**

Penelitian yang dilakukan bersifat kuantitatif deskriptif yaitu penelitian yang berdasarkan pada data primer dan sekunder dengan metode analisis data menggunakan perhitungan dan penjabaran dari hasil olah data lapangan. Penelitian disusun secara sistematis mulai dari persiapan penelitian, survei kondisi saluran eksisting, dan analisis data lapangan serta menjabarkan hasil pengolahan data yang ditinjau.

#### **4.2 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di lingkungan sekitar kampus terpadu UII yang terletak di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi penelitian berada di Kawasan Gang Godel, Gang Kanguru, dan Gang Kenari ditunjukkan pada Gambar 4.1 dibawah ini.



**Gambar 4.1 Lokasi Penelitian**

(Sumber : *Google Earth*)

### 4.3 Data Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini membutuhkan data yang sesuai dengan yang ada di lapangan. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder dan primer. Data sekunder adalah data hujan yang diperoleh dari suatu instansi terkait atau dari studi Pustaka. Data Primer adalah data yang didapat dari tinjauan lapangan/survei berupa data elevasi saluran dan dimensi saluran eksisting. Analisis evaluasi saluran drainase memerlukan beberapa data sebagai berikut.

#### 1. Data Hujan

Data hujan dari stasiun pengamatan yang berpengaruh terhadap lokasi studi. Dalam lingkup studi ini data yang dipakai yaitu sebanyak **15 tahun** (Tahun 1994 – Tahun 2008), dimana data tersebut telah memenuhi syarat Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M 2014 yaitu data hidrologi yang digunakan minimal 10 tahun. Dengan data harian hujan dilakukan rekapitulasi hujan harian maksimum, didapatkan data harian hujan per-bulan dan data harian hujan per-tahun. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.1.

#### 2. Data Topografi

Pada perencanaan evaluasi drainase, khususnya kondisi sudah tersedia jaringan dan bangunan sangat diperlukan pengukuran yang lebih detail. Terutama pada wilayah tinjauan yang kecil, sehingga didapatkan elevasi saluran tertinggi dan terendah. Elevasi tersebut akan digunakan pada analisis kapasitas debit rencana saluran. Pada penelitian ini pengukuran elevasi saluran menggunakan alat *Theodolit*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.2.

#### 3. Data Kondisi Bangunan Drainase

Data berupa informasi mengenai kondisi saluran drainase yang tersedia. Bagaimana operasi dan pemeliharaan dari sistem drainase yang sudah berjalan. Selain itu, menentukan batas daerah layanan saluran drainase eksisting juga sangat diperlukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Tabel 5.3.

#### 4.4 Tahapan Penelitian Evaluasi Saluran Drainase

Adapun tahapan penelitian yang digunakan pada penelitian ini agar dapat sesuai dengan kondisi aslinya sebagai berikut:

##### 1. Analisis Data Maksium Tahunan (*Annual maximum series*)

Dalam metode ini, hanya data hujan maksimum yang diambil untuk setiap tahunnya, atau hanya ada 1 data setiap tahun. Akibat dari metode pengambilan seri data maksimum tahunan adalah data terbesar ke dua dalam suatu tahun yang lebih besar nilainya dari data terbesar pada tahun yang lain menjadi tidak diperhitungkan dalam analisisnya. Pada penelitian ini, data hujan yang digunakan berasal dari tugas akhir yang dilakukan oleh Achmad Maulidin (2016). Alasan penggunaan data tersebut telah diuraikan sebelumnya pada sub-bab 2.3. Berikut adalah cara untuk mendapatkan maksimum curah hujan harian rata-rata.

- a. Tentukan curah hujan maksimum harian untuk setiap tahunnya.
- b. Data curah hujan yang terpilih setiap tahun itu merupakan maksimum *basin rainfall*.

##### 2. Analisis Distribusi Frekuensi

Dalam analisis frekuensi data hujan guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal distribusi probabilitas yang sering digunakan, yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Tipe III. Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada Tabel 5.3. Berikut parameter statistik diantaranya standar deviasi (S), koefisien variasi (Cv), koefisien kemencengan/skeweness (Cs), nilai rata-rata ( $\bar{X}$ ), dan koefisien kurtosis (Ck).

##### 3. Uji Distribusi Frekuensi

Uji distribusi frekuensi dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk

menentukan curah hujan rencana. Pada penelitian ini hanya menggunakan metode Metode *Chi-Kuadrat* ( $X^2$ ).

a. Metode Persamaan *Chi-Kuadrat* ( $X^2$ )

Distribusi probabilitas yang dipakai pada metode ini adalah yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut:

Jika :

$\text{Chi-Kuadrat}_{\text{Terhitung}} < \text{Chi-Kuadrat}_{\text{Kritis}}$  (Lihat Gambar 5.1)

Prosedur perhitungan dengan menggunakan dengan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut:

- 1) Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya.
- 2) Menghitung jumlah kelas.
- 3) Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan  $X^2_{\text{cr}}$
- 4) Menghitung kelas distribusi.
- 5) Menghitung interval kelas.
- 6) Perhitungan nilai  $X^2$
- 7) Bandingkan nilai terhadap  $X^2$  terhadap  $X^2_{\text{cr}}$ .

b. Program AProb 4.1.

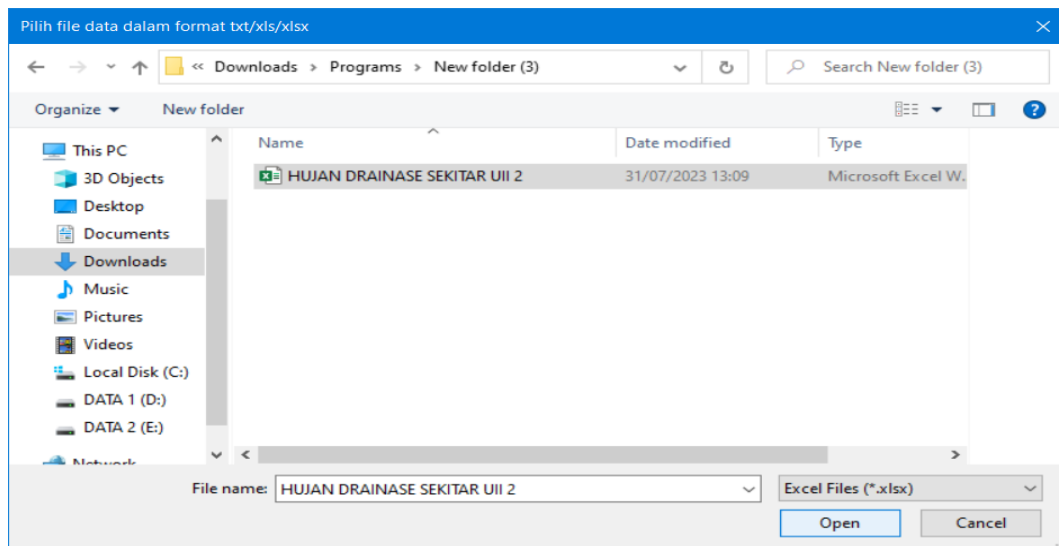
File input yang ada di dalam program ini yaitu :

- File data berupa file *worksheet* excel berekstensi .xls atau .xlsx.
- Data dituliskan dalam satu kolom.
- Baris pertama merupakan judul data. Judul ini akan dituliskan pada output grafik dan ringkasan hasil.
- Baris-baris data, yaitu data yang akan diplotkan, satu angka data di setiap baris. (lihat Gambar 4.2)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Hujan harian maksimum							
2	#							
3	#baris ke-1 adalah judul yang akan dituliskan pada kertas prob							
4	#baris ke-2 s.d. judul kolom boleh diisi dengan catatan (comments)							
5	#baris sebelum data adalah judul kolom yang akan dituliskan sbg judul ordinat							
6	#data tidak harus urut (boleh unsorted)							
7	#							
8	Kedalaman hujan [mm]							
9	141.22							
10	110.48							
11	108.77							
12	86.25							
13	83.31							
14	81.82							
15	81.17							
16	80.38							
17	77.14							
18	75.62							
19	74.32							
20	69.77							
21	64.34							
22	58.43							
23	38.72							
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								

**Gambar 4.2 File Input Data Hujan**

Lalu file data tersebut disimpan dan akan menjadi input dalam proses awal analisis program. Setelah itu, program dijalankan dan tampilan awal seperti gambar 4.3 yaitu memilih file yang akan diinput.



**Gambar 4.3 Pemilihan File Data Hujan**

Setelah melakukan pemilihan dan input file data hujan (excel), maka selanjutnya proses analisis program. Proses loading hanya beberapa detik

hingga secara otomatis file hasil disimpan dalam folder yang sama dengan folder tempat file data. Hasil output program disimpan dalam 5 file sebagai berikut.

- <NamaFileData> ringkasan.txt : ringkasan hasil eksekusi.
- <NamaFileData> gumbel.jpg : gambar Distribusi Gumbel.
- <NamaFileData> lognormal.jpg : gambar Distribusi Log Normal.
- <NamaFileData> logpearson.jpg : gambar Distribusi Log Pearson Tipe III.
- <NamaFileData> normal.jpg : gambar Distribusi Normal.

#### 4. Analisis Debit limpasan (Ql)

Data curah hujan yang dipilih adalah data curah hujan yang sebelumnya telah memenuhi syarat uji *Chi-Kuadrat*. Data curah hujan tersebut dimasukkan ke dalam bentuk umum dari Rumus Mononobe. Lalu dilakukan analisis periode kala ulang 2 tahun, serta perhitungan debit limpasan dengan menggunakan metode rasional

#### 5. Analisis Hidraulika (Qc)

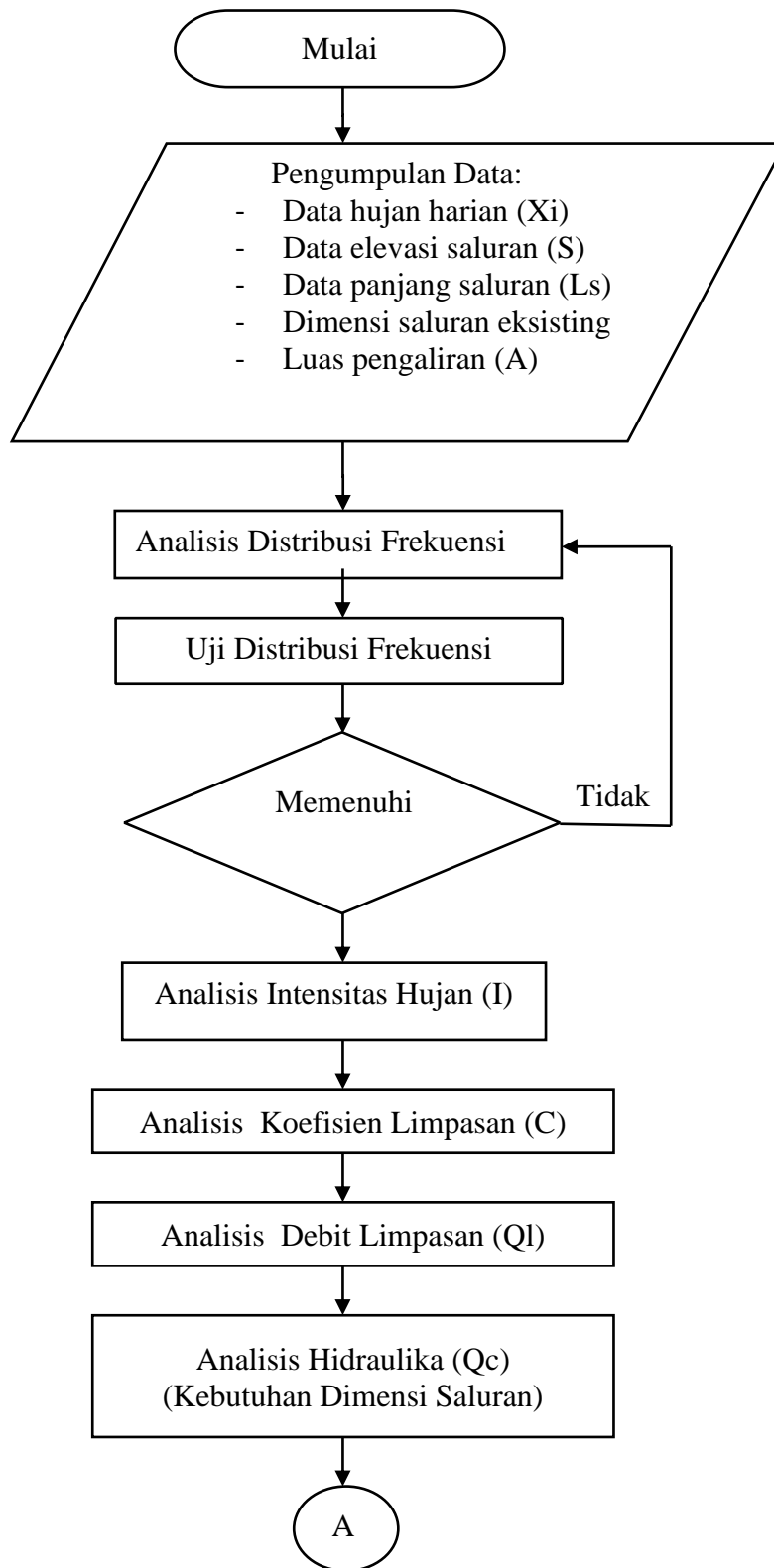
Pada tahapan ini dilakukan analisis yang bertujuan untuk mengetahui kebutuhan kapasitas saluran eksisting berdasarkan persamaan *Manning*. Pada tahapan ini juga dilakukan input data koefisien pengaliran (C) dan batas (luas) daerah layanan saluran drainase (A), serta waktu konsentrasi (Tc)

#### 6. Pembahasan Hasil Analisis

Setelah semua proses dilakukan, maka perlu dilakukan pembahasan dan evaluasi mengenai hasil analisis.. Jika kapasitas saluran (Qc) lebih kecil daripada debit limpasan (Ql), maka dilakukan evaluasi dengan perencanaan ulang dimensi saluran drainase yang disesuaikan dengan tinggi jagaan.

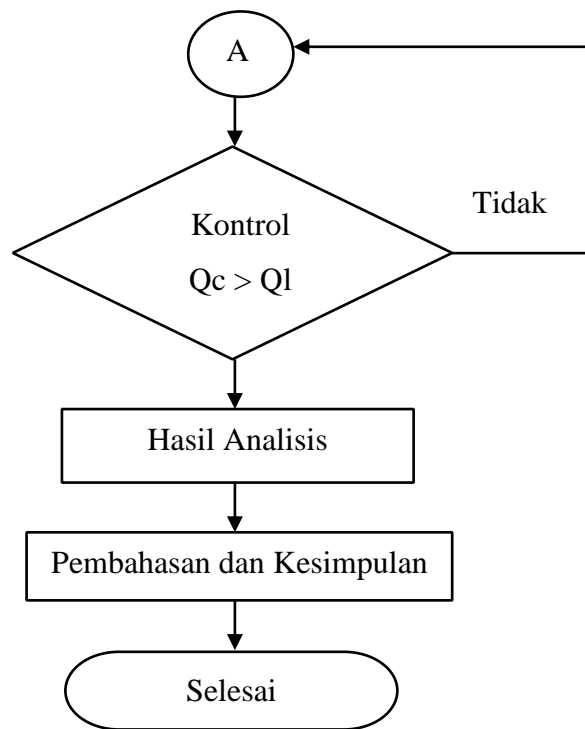
### 4.5 Bagan Alir Tugas Akhir

Secara keseluruhan proses pelaksanaan penelitian diilustrasikan dalam bagan alir pada Gambar 4.2. Berikut bagan alir yang dimaksud ditunjukkan pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Bagan Alir Penelitian**





**Lanjutan Gambar 4.4 Bagan Alir Penelitian**

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Data Hujan Harian Maksimum

Pada penelitian ini digunakan data hujan yang berasal dari tiga stasiun terdekat yaitu Stasiun Brongang, Stasiun Prumpung, dan Stasiun Kempot. Data hujan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Opak dari tahun 1994 sampai 2008 yang dapat dilihat pada Tabel 5.1 dibawah ini.

**Tabel 5.1 Curah Hujan Maksimum Tahun 1994 sampai 2008**

No	Tahun	Hujan Rerata (mm)	Tanggal
1	1994	64,34	7 Desember
2	1995	83,31	15 November
3	1996	38,72	18 November
4	1997	77,14	12 Februari
5	1998	86,25	31 Desember
6	1999	81,17	13 Desember
7	2000	81,82	22 November
8	2001	69,77	2 November
9	2002	74,32	25 Desember
10	2003	58,43	31 Januari
11	2004	75,62	21 Desember
12	2005	108,77	23 Februari
13	2006	141,22	10 April
14	2007	80,38	29 Oktober
15	2008	110,48	11 April

Sumber : Achmad Maulidin (2016)

#### 5.2 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi diperlukan untuk mengetahui besaran kemungkinan peristiwa hujan melalui distribusi probabilitas. Dalam statistik umumnya digunakan beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data distribusi diantaranya rata-rata, koefisien asimetri (Cs), derajat kemencengan, standar

deviasi (s), koefisien variasi (Cv) dan koefisien kurtosis (Ck). Berikut rekapitulasi hasil perhitungan parameter statistik yang ditunjukkan pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2 Perhitungan Parameter Statistik Hujan**

No.	Tahun	Hujan (xi)	(xi - $\bar{x}$ )	(xi - $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	(xi - $\bar{x}$ ) <sup>3</sup>	(xi - $\bar{x}$ ) <sup>4</sup>
1	1994	141,22	59,10	3493,28	206466,99	12203024,83
2	1995	110,48	28,36	804,52	22819,31	647246,79
3	1996	108,77	26,65	710,44	18935,95	504718,91
4	1997	86,25	4,13	17,09	70,65	292,07
5	1998	83,31	1,19	1,43	1,70	2,03
6	1999	81,82	-0,30	0,09	-0,03	0,01
7	2000	81,17	-0,95	0,89	-0,85	0,80
8	2001	80,38	-1,74	3,01	-5,23	9,08
9	2002	77,14	-4,98	24,76	-123,21	613,09
10	2003	75,62	-6,50	42,20	-274,12	1780,67
11	2004	74,32	-7,80	60,78	-473,82	3693,92
12	2005	69,77	-12,35	152,42	-1881,82	23232,99
13	2006	64,34	-17,78	315,99	-5616,97	99847,26
14	2007	58,43	-23,69	561,03	-13288,48	314750,84
15	2008	38,72	-43,40	1883,21	-81723,90	3546490,51
Jumlah		1231,74	0,000	8071,13	144906,17	17345703,80

Untuk mendapatkan parameter statistik dapat dihitung dengan faktor uji distribusi sebagai berikut.

1. Nilai rata-rata ( $\bar{x}$ )

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum Xi \quad (5.1)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{15} (1231,74)$$

$$\bar{x} = 82,12$$

2. Standar deviasi (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (5.2)$$

$$s = \sqrt{\frac{8071,13}{15-1}}$$

$$s = 24,01$$

3. Koefisien variasi ( $C_v$ )

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (5.3)$$

$$C_v = \frac{24,01}{15}$$

$$C_v = 0,29$$

4. Koefisien skewness ( $C_s$ )

$$C_s = \left[ \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \right] \left[ \frac{\sum(Xi-\bar{x})^3}{n-1} \right] \quad (5.4)$$

$$C_s = \left[ \frac{15}{(15-1)(15-2)24,01^3} \right] \left[ \frac{144906,17}{15-1} \right]$$

$$C_s = 0,86$$

5. Koefisien kurtosis ( $C_k$ )

$$C_k = \left[ \frac{n^2}{(n-1)(n-2)s^3} \right] \left[ \frac{\sum(Xi-\bar{x})^4}{n-1} \right] \quad (5.5)$$

$$C_k = \left[ \frac{15^2}{(15-1)(15-2)24,01^3} \right] \left[ \frac{17345703,80}{15-1} \right]$$

$$C_k = 5,37$$

### 5.2.1 Pemilihan Distribusi Hujan

Umumnya dalam bidang hidrologi digunakan empat macam distribusi frekuensi antara lain, Distribusi Normal, Distribusi Log Pearson Tipe III, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Normal. Masing-masing parameter data statistik diuji dengan persyaratan masing-masing seperti pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3 Persyaratan Parameter Statistik Distribusi**

Distribusi	Persyaratan	Hasil	Keterangan
Gumbel	$C_s = 1,14$	0,8628	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,4$	0,8628	Tidak Memenuhi
Normal	$C_s \approx 0$	0,8628	Tidak Memenuhi

Distribusi	Persyaratan	Hasil	Keterangan
	$C_k = 3,0$	5,3766	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	$C_s \neq 0$	1,575	Memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	0,0688	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	3,0084	Tidak Memenuhi

(Sumber: Bambang, T : 2008 )

Dari hasil perhitungan dan uji syarat distribusi, maka digunakan jenis **distribusi Log Pearson Tipe III**.

### 5.2.2 Curah Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson Tipe III

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi probabilitas Log Pearson Tipe III dengan data yang dipergunakan seperti pada Tabel 5.4.

**Tabel 5.4 Perhitungan Variabel Log Pearson Tipe III**

No,	Tahun	Rmax	Ri	Log Ri	(Ri - Rt)	(Ri - Rt) <sup>2</sup>	(Ri - Rt) <sup>3</sup>	(Ri - Rt) <sup>4</sup>
1	1994	64,34	141,22	2,1499	0,2355	0,0554	0,0131	0,0031
2	1995	8331	110,48	2,0433	0,1289	0,0166	0,0021	0,0003
3	1996	38,72	108,77	2,0365	0,1221	0,0149	0,0018	0,0002
4	1997	77,14	86,25	1,9358	0,0213	0,0005	0,0000	0,0000
5	1998	86,25	83,31	1,9207	0,0063	0,0000	0,0000	0,0000
6	1999	81,17	81,82	1,9129	-0,0016	0,0000	0,0000	0,0000
7	2000	81,82	81,17	1,9094	-0,0050	0,0000	0,0000	0,0000
8	2001	69,77	80,38	1,9051	-0,0093	0,0001	0,0000	0,0000
9	2002	74,32	77,14	1,8873	-0,0271	0,0007	0,0000	0,0000
10	2003	58,43	75,62	1,8786	-0,0358	0,0013	0,0000	0,0000
11	2004	75,62	74,32	1,8711	-0,0433	0,0019	-0,0001	0,0000
12	2005	108,77	69,77	1,8437	-0,0708	0,0050	-0,0004	0,0000
13	2006	141,22	64,34	1,8085	-0,1059	0,0112	-0,0012	0,0001
14	2007	80,38	58,43	1,7666	-0,1478	0,0218	-0,0032	0,0005
15	2008	110,48	38,72	1,5879	-0,3265	0,1066	-0,0348	0,0114
Jumlah			1231,740	28,457	-0,259	0,236	-0,023	0,000

Berdasarkan perhitungan di Tabel 5.4 maka parameter statistik dari Log Pearson Tipe III dapat dihitung dengan cara yang sama seperti persamaan 5.1 sampai dengan persamaan 5.5. Berikut hasil perhitungan parameter statistik dari Log Pearson Tipe III.

1. Rata-rata ( $\bar{x}$ ) = 1,89

2. Standar Deviasi (s) = 0,128
3. Koefisien variasi ( $C_v$ ) = 0,07
4. Koefisien skewness ( $C_s$ ) = - 0,411
5. Koefisien kurtosis ( $C_k$ ) = 5,638

Selanjutnya untuk mencari nilai faktor frekuensi (KT) dengan cara interpolasi nilai KT yang tabelnya dapat dilihat pada lampiran 1. Adapun besaran curah hujan rencana kala ulang 2 tahun dihitung dengan persamaan 5.6.

$$\text{Log } R_{T_r} = \text{Log } \bar{x} + (K_T \times S \log X) \quad (5.6)$$

$$\begin{aligned} \text{Log } R_2 &= 1,897 + (0,089 \times 0,128) \\ &= 81 \text{ mm} \end{aligned}$$

**Tabel 5.5 Nilai KT Untuk Distribusi Log Pearson III**

Tahun	KTr	RTr (mm)
2	0,089	81

### 5.3 Uji Distribusi Probabilitas

Pada penelitian ini menggunakan uji distribusi Chi-Kuadrat. Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan suatu persamaan distribusi dapat mewakili data yang dianalisis sebagai sampel. Pada penelitian ini dilakukan uji Chi-Kuadrat dengan dua cara yaitu menggunakan persamaan analisis dan menggunakan program AProb versi 4.1. Berikut ini uraian prosedur kedua cara tersebut.

#### 5.3.1 Analisis Persamaan Chi Kuadrat

Rumus yang digunakan pada perhitungan uji chi kuadrat terdapat pada persamaan 3.22. Adapun data hujan ( $X_i$ ) yang digunakan, diperoleh dari data penelitian tugas akhir yang dilakukan oleh Achmad Maulidin (2016). Jumlah data hujan yaitu 15 data. Derajat kepercayaan yang diambil pada penelitian ini adalah 5%. Berikut adalah prosedur perhitungan dengan menggunakan persamaan Uji Chi Kuadrat.

1. Pengurutan data pengamatan

Data hujan diurutkan (dari besar ke kecil). Pengurutan data hujan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

**Tabel 5 6 Pengurutan Data Hujan**

No	Xi (mm)
1	141,22
2	110,48
3	108,77
4	86,25
5	83,31
6	81,82
7	81,17
8	80,38
9	77,14
10	75,62
11	74,32
12	69,77
13	64,34
14	58,43
15	38,72

2. Menghitung jumlah kelas

Jumlah data (n) adalah 15. Maka perhitungan jumlah kelas (K) dapat dilihat di bawah ini.

$$K = 1 + 3,3 \log n \quad (5.7)$$

$$K = 1 + 3,3 \log 15$$

$$K = 4,881 \approx 5$$

3. Menghitung derajat kebebasan ( $D_k$ ) dan  $X^2_{cr}$

Perhitungan derajat kebebasan ( $D_k$ ) menggunakan persamaan 5.11 di bawah ini.

$$D_k = K - (p + 1) \quad (5.8)$$

$$D_k = 5 - (2 + 1)$$

$$D_k = 2$$

Maka  $\alpha = 5\%$ , maka berdasarkan tabel distribusi ( $\chi^2$ ) didapat nilai Chi Kuadrat = 5,991. (Lihat lampiran 2).

#### 4. Menghitung kelas distribusi

- Kelas Distribusi  $= \frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$ , dengan cara yang sama diperoleh nilai kelas distribusi adalah sebagai berikut : 20%, 40%, 60%, 80%.
- Persentase tahun diperoleh  $T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,20} = 5$  Tahun, dengan cara yang sama diperoleh tahun untuk masing-masing kelas distribusi yaitu : 5 tahun, 2,5 tahun, 1,67 tahun, dan 1,25 tahun.

**Tabel 5.7 Kelas Distribusi**

<b>P (%)</b>	<b>T (Tahun)</b>
20	5
40	2,5
60	1,67
80	1,25

#### 5. Menghitung Interval Kelas

Nilai  $K_T$  berdasarkan nilai  $T$  dari lampiran 2, didapat :

- $T = 5$ , maka  $K_T = 0,855$
- $T = 2,5$ , maka  $K_T = 0,198$
- $T = 1,67$ , maka  $K_T = - 0,838$
- $T = 1,25$ , maka  $K_T = - 1,970$

Interval kelas :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + (K_T \times S \log X) \quad (5.9)$$

$$\begin{aligned} \text{Log } X_5 &= 1,897 + (0,855 \times 0,128) \\ &= 101,533 \text{ mm} \end{aligned}$$

sehingga :

- $X_5 = 101,533 \text{ mm}$
- $X_{2,5} = 83,677 \text{ mm}$



- $X_{1,67} = 61,642$  mm
- $X_{1,25} = 44,154$  mm.

#### 6. Kesesuaian Distribusi Log Pearson Tipe III

Nilai  $K_T$  dihitung berdasarkan nilai  $C_s = -0,42$  dan nilai  $T$  untuk berbagai periode ulang (lihat Lampiran 3).

**Tabel 5.8 Pengujian Kesesuaian Distribusi Log Pearson Tipe III**

Nilai Batas Tiap Kelas		Ei	Oi	(Ei - Oi) <sup>2</sup> /Ei
	> 101,533	3	3	0
83,677	- 101,533	3	1	1,33
61,642	- 83,677	3	9	12
44,154	- 61,642	3	1	1,33
	< 44,154	3	1	1,33
Jumlah		15	15	16

#### 7. Perbandingan $\chi^2$ dan $\chi^2_{cr}$

Berdasarkan Tabel 5.9 jenis distribusi Log Pearson Tipe III memiliki nilai perbandingan  $\chi^2 = 16 > \chi^2_{cr} = 5,991$ .

Pada hasil perhitungan diatas didapat hasil yang menunjukkan bahwa antara pemilihan distribusi Log Pearson Tipe III tidak mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Namun pada sub-bab berikutnya akan dibandingkan hasil perhitungan persamaan Chi Kuadrat (manual) dengan Program Aprob 4.1 (*automatic*) oleh Istiarto (2014) agar didapat hasil perhitungan yang lebih akurat, agar dapat dijadikan dasar dalam pemilihan jenis distribusi frekuensi.

#### 5.3.2 Uji Chi Kuadrat Menggunakan Program AProb 4.1.

Program ini dibuat oleh Istiarto (2014), Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan FT UGM. Program ini dapat melakukan analisis probabilitas data hidrologi dan juga dapat melakukan uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov. Pada penelitian ini hanya mengambil data output ringkasan (txt) dan log pearson tipe III (jpg). Berikut hasil analisis program Aprob oleh Istiarto (2014) pada data hujan drainase sekitar UII.

```

Hujan Drainase Sekitar UII 2 ringkasan - Notepad
File Edit Format View Help
Statistika data
--> jumlah data      : 15
--> minimum          : 4e+01
--> maximum          : 1e+02
--> rata-rata        : 82.116000
--> simpangan baku   : 24.010611
--> kurtosis         : 4.965825
--> excess kurtosis  : 1.965825
--> skewness         : 0.862774

Statistika logaritma data
--> jumlah data      : 15
--> minimum          : 1.587935
--> maximum          : 2.149896
--> rata-rata        : 1.897153
--> simpangan baku   : 0.128633
--> kurtosis         : 5.018301
--> excess kurtosis  : 2.018301
--> skewness         : -0.411064

Uji kecocokan terhadap sebaran data teoretis, \alpha = 0.10 (tingkat keyakinan 1-\alpha) = 0.90
          Gumbel      Log Normal      Log Pearson III      Normal
SEKSIIN MAKSIMUM  0.114      0.152      0.157      0.182
Chi-kuadrat      lulus      lulus      lulus      gagal
Chi-2 maksimum   6.933      6.933      6.933      10.667

```

**Gambar 5.1 Hasil Analisis Program Aprob 4.1 Uji Chi-Kuadrat**

Pada gambar 5.1 menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson Tipe III mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pada gambar tersebut juga disajikan statistik data berupa data normal dan data logaritma, dimana data tersebut telah sesuai dan masing-masing nilai memiliki keakuratan yang mendekati dengan perhitungan manual.

Dalam hal ini penulis menyajikan dua hasil perhitungan yang berbeda agar mendapatkan hasil uji Chi Kuadrat yang lebih akurat. Mengingat program Aprob 4.1 memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi dibanding perhitungan persamaan secara manual. Maka berdasarkan pertimbangan tersebut, penulis mengambil kesimpulan bahwa hasil uji dari analisis program Aprob 4.1 dapat dijadikan landasan pada memilih distribusi frekuensi. Jadi distribusi Log Pearson Tipe III dapat **“diterima”** sebagai suatu distribusi frekuensi hujan.

#### 5.4 Perhitungan Kemiringan Saluran Drainase (So)

Setelah mendapatkan hujan rencana kala ulang maka dilakukan perhitungan intensitas hujan. Perhitungan intensitas hujan dibutuhkan waktu konsentrasi (tc). Perhitungan waktu konsentrasi (tc) membutuhkan nilai kemiringan (So) dari lokasi saluran yang ditinjau. Panjang dan beda elevasi titik tinjauan didapatkan melalui pengukuran menggunakan alat Theodolit. Berikut adalah perhitungan kemiringan saluran seperti dibawah ini.

$$S_o = \frac{El1 - El2}{L_s} \quad (5.10)$$

$$S_o = \frac{322,241 - 321,109}{37,5}$$

$$= 0,03 \approx 3\%$$

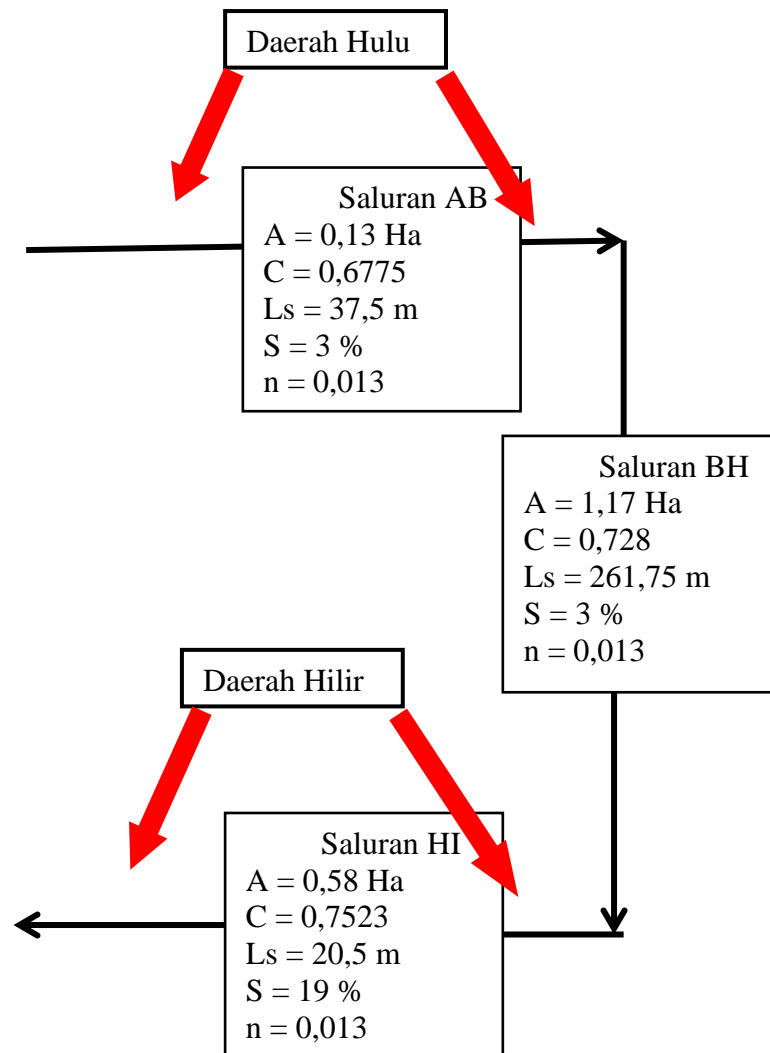
Adapun besaran elavasi max dan elavasi min didapat dari hasil pengukuran menggunakan alat theodolite. Maka dengan cara yang sama dapat dihitung kemiringan saluran BH dan saluran HI. Rekapitulasi hasil dari perhitungan kemiringan (So) dapat dilihat pada Tabel 5.9.

**Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Kemiringan Saluran Drainase**

Saluran	Elavasi Max (m)	Elavasi Min (m)	Panjang Saluran (m)	So
AB	322,241	321,109	37,5	0,03
BH	321,109	313,149	261,75	0,03
HI	313,149	309,201	20,5	0,19

#### 5.5 Skema Aliran Saluran Drainase

Dalam menentukan skema aliran saluran, hal terpenting yang harus lebih dahulu diketahui adalah mengetahui elavasi saluran yang ditinjau atau bisa dengan melihat secara langsung arah aliran air pada kondisi lapangan saat hujan. Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan menggunakan alat theodolite didapatkan skema arah aliran saluran drainase, yang ditunjukkan pada gambar 5.2.



**Gambar 5.2 Skema Aliran Saluran Drainase**



**Gambar 5.3 Skema Aliran Pada Google Earth**

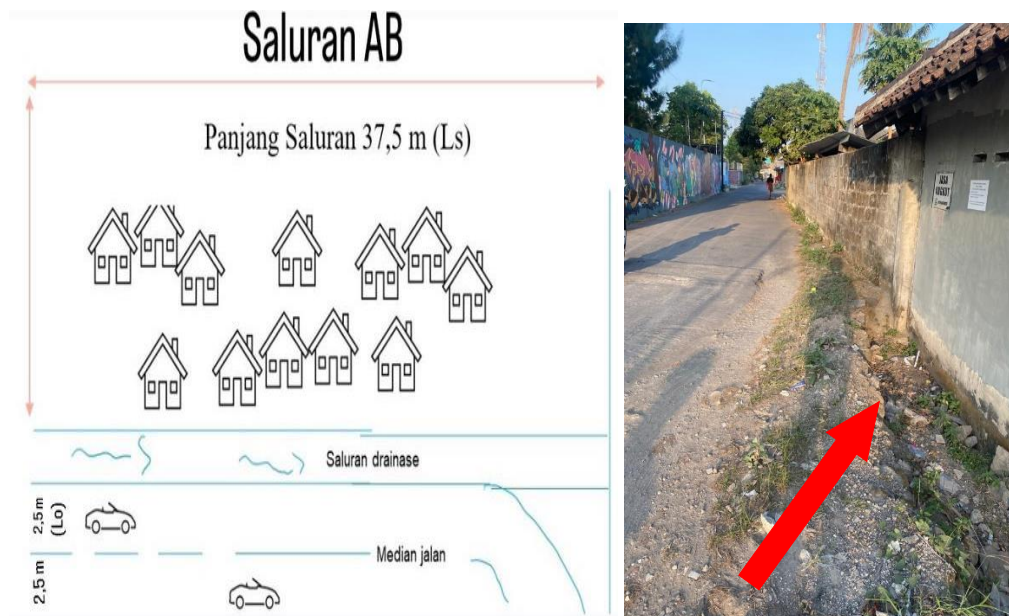
## 5.6 Analisis Intensitas Hujan (I)

Suripin (2003) dalam buku “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan” menyebutkan bahwa apabila hanya tersedia data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus **Mononobe**. Adapun parameter yang dihitung sebelum menghitung rumus tersebut yaitu mencari nilai waktu konsentrasi ( $t_c$ ). Berikut perhitungan waktu konsentrasi saluran AB.

### a. Perhitungan Waktu Konsentrasi Saluran AB

#### 1) Saluran AB (1/2 Badan Jalan)

Adapun sketsa Saluran AB untuk wilayah 1/2 Badan Jalan dapat dilihat pada Gambar 5.4.



**Gambar 5.4 Sketsa Saluran AB**

$L_s$  = 37,5 m (panjang saluran)

$L_o$  = 2,5 m (jarak 1/2 badan jalan ke saluran drainase)

$n$  = 0,013 (koefisien hambatan jalan aspal)

$S_o$  = 0,03 (lihat Tabel 5.9)

$V$  = 1,5 m/detik (kecepatan yang diijinkan pada perkerasan jalan)

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{n}{\sqrt{S}}\right)^{0,167} \quad (5.11)$$

$$\left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,03}}\right)^{0,167}$$

$$= 0,861 \text{ menit} \approx 0,014 \text{ jam}$$

$$t_d = \left(\frac{L_s}{60 \times V}\right) \quad (5.12)$$

$$= \left(\frac{37,5}{60 \times 1,5}\right)$$

$$= 0,416 \text{ menit} \approx 0,0069 \text{ jam}$$

$$tc_1 = t_o + t_d \quad (5.13)$$

$$= 0,014 + 0,0069$$

$$= 0,021 \text{ jam}$$

## 2) Saluran AB (Area Rumah)

$$L_s = 37,5 \text{ m}$$

$$L_o = 65 \text{ m (jarak titik terjauh area rumah ke saluran drainase)}$$

$$n = 0,013 \text{ (koefisien hambatan rumah)}$$

$$S = 0,03 \text{ (Lihat Tabel 5.9)}$$

$$V = 1,5 \text{ m/detik (kecepatan yang diijinkan)}$$

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{n}{\sqrt{S}}\right)^{0,167} \quad (5.14)$$

$$= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 65 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,03}}\right)^{0,167}$$

$$= 1,628 \text{ menit} \approx 0,027 \text{ jam}$$

$$t_d = \left(\frac{L_s}{60 \times V}\right) \quad (5.15)$$

$$= \left(\frac{37,5}{60 \times 1,5}\right)$$

$$= 0,417 \text{ menit} \approx 0,0069 \text{ jam}$$

$$tc_2 = t_o + t_d \quad (5.16)$$

$$= 0,027 + 0,0069$$

$$= 0,034 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 t_{CAB} &= t_{c1} + t_{c2} & (5.17) \\
 &= 0,021 \text{ jam} + 0,034 \text{ jam} \\
 &= 0,055 \text{ jam.}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Waktu Konsentrasi Saluran BH

Mengingat seperti pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 menunjukkan bahwa pola aliran saluran pada penelitian ini satu arah (menerus). Maka besaran waktu konsentrasi pada saluran BH didapat dari akumulasi perhitungan waktu konsentrasi pada saluran sebelumnya yaitu saluran AB. Berikut adalah uraian perhitungan waktu konsentrasi pada saluran BH.

Diketahui :

$$t_{CAB} = 0,055 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 t_{d \text{ (1/2 badan jalan)}} &= \left( \frac{L_S}{60 \times V} \right) & (5.18) \\
 &= \left( \frac{37,5}{60 \times 1,5} \right) \\
 &= 0,417 \text{ menit} \approx 0,0069 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{d \text{ (area rumah)}} &= \left( \frac{L_S}{60 \times V} \right) & (5.19) \\
 &= \left( \frac{37,5}{60 \times 1,5} \right) \\
 &= 0,417 \text{ menit} \approx 0,0069 \text{ jam]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{d2} &= t_{d \text{ (1/2 badan jalan)}} + t_{d \text{ (area rumah)}} & (5.20) \\
 &= 0,0069 + 0,0069 \\
 &= 0,013 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Maka besaran waktu konsentrasi pada saluran BH yaitu

$$\begin{aligned}
 T_{CBH} &= t_{CAB} + t_{d1} + t_{d2} & (5.21) \\
 &= 0,055 + 0,0069 + 0,013 \\
 &= 0,075 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan rumus yang sama, maka perhitungan waktu konsentrasi pada saluran HI sama seperti perhitungan waktu konsentrasi pada saluran BH. Adapun rekapitulasi hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 5.10.

**Tabel 5.10 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Konsentrasi Saluran**

Saluran	Area	(Lo) (m)	(Ls) (m)	To (menit)	Td (menit)	TC (jam)
AB	1/2 Badan Jalan	2,5	37,5	0,862	0,417	0,055
	Area Rumah	65	37,5	1,628	0,417	
BH	1/2 Badan Jalan	2,5	261,75	0,862	2,908	0,166
	Area Rumah	50	261,75	1,421	2,908	
HI	1/2 Badan Jalan	2,5	20,5	0,862	0,228	0,174
	Area Rumah	125	20,5	1,420	0,228	

Setelah menghitung waktu konsentrasi, selanjutnya adalah mencari intensitas hujan (I). Berikut adalah perhitungan intensitas hujan kala ulang 2 tahun pada saluran AB.

$$I_2 = \left\{ \frac{R_{24}}{24} \right\} \times \left\{ \frac{24}{T} \right\}^{2/3} \quad (5.22)$$

$$I_2 = \left\{ \frac{81}{24} \right\} \times \left\{ \frac{24}{0,0529} \right\}^{2/3}$$

$$I_2 = 194,166 \text{ mm/jam}$$

Dengan cara yang sama dapat diperoleh nilai intensitas hujan kala ulang 2 tahun untuk tiap saluran. Berikut rekapitulasi perhitungan intensitas hujan tiap saluran yang ditunjukkan pada Tabel 5.11.

**Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Hujan**

Nama Saluran	T (Jam)	Intensitas Hujan (mm/jam) Kala Ulang 2 Tahun
AB	0,055	194,166
BH	0,166	92,270
HI	0,174	90,098



### 5.7 Analisis Koefisien Limpasan (C)

Koefisien aliran merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan hasil perhitungan debit banjir. Dalam menentukan harga koefisien limpasan perlu menentukan persentase lahan kedap air seperti aspal dan atap bangunan, dan tipe tanah. Nilai C disajikan pada Tabel 3.3, dimana deskripsi lahan berpengaruh terhadap besarnya nilai C. Dalam menentukan luasan pengaruh pengaliran, digunakan program *Google Earth* untuk menentukan luasan area yang dipilih.

Masing-masing area yang dipilih harus mewakili pengaruh pengaliran terhadap masing-masing saluran. Pada penelitian ini, area luasan pengaliran didominasi oleh rumah (atap) dan jalan sebagai permukaan kedap air. Saluran AB memiliki area berwarna **merah**, saluran BH berwarna **kuning**, saluran HI berwarna **hijau**. Berikut ini skema kondisi daerah layanan saluran drainase sekitar lingkungan UII yang disajikan pada Gambar 5.5 sebagai berikut.



Gambar 5.5 Skema Luasan Pengaliran Saluran Drainase

Besaran luasan ditentukan dari program *Global Mapper*. Besaran luasan tersebut digunakan untuk menghitung koefisien pengaliran saluran dapat dilihat pada Tabel 5.12, Tabel 5.13, dan Tabel 5.14 sebagai berikut.

**Tabel 5.12 Perhitungan Koefisien Limpasan Saluran AB**

<b>SALURAN AB</b>			
<b>Penggunaan Lahan</b>	<b>C</b>	<b>A (km<sup>2</sup>)</b>	<b>C x A</b>
Bangunan	0,7	0,00065	0,000455
Jalan Aspal	0,95	0,000091	8,65E-05
atap	0,7	0,000455	0,000319
Halaman (Tanah)	0,2	0,000104	2,08E-05
Total		0,0013	0,000881
Ckomposit		0,6775	

**Tabel 5.13 Perhitungan Koefisien Limpasan Saluran BH**

<b>SALURAN BH</b>			
<b>Penggunaan Lahan</b>	<b>C</b>	<b>A (km<sup>2</sup>)</b>	<b>C x A</b>
Bangunan	0,75	0,00405	0,00304
Jalan Aspal	0,95	0,00021	0,0002
atap	0,95	0,00142	0,00135
Halaman (Tanah)	0,2	0,00064	0,00013
Jalan <i>paving</i>	0,7	0,00014	9,9E-05
Hutan	0,5	0,00071	0,00036
Total		0,0071	0,00517
Ckomposit		0,728	

**Tabel 5.14 Perhitungan Koefisien Limpasan Saluran HI**

<b>SALURAN HI</b>			
<b>Penggunaan Lahan</b>	<b>C</b>	<b>A (km<sup>2</sup>)</b>	<b>C x A</b>
Bangunan	0,75	0,01687	0,01265
Jalan Aspal	0,95	0,00096	0,00092
atap	0,95	0,00386	0,00366
Halaman (Tanah)	0,2	0,00145	0,00029
Jalan <i>paving</i>	0,7	0,00048	0,00034
Hutan	0,5	0,00048	0,00024
Total		0,0241	0,0181
Ckomposit		0,7523	

### 5.8 Analisis Debit Limpasan (Ql)

Debit rencana untuk daerah perkotaan umumnya digunakan untuk pembuangan air agar terbebas dari genangan. Dalam hal ini, debit limpasan perlu dihitung sebaik mungkin, agar peristiwa genangan akibat limpasan dapat dicegah. Umumnya metode rasional digunakan pada daerah aliran kurang dari 80 Ha. Pada sub-bab sebelumnya telah dibahas dan diuraikan perhitungan intensitas hujan (I), koefisien limpasan (C), kemiringan saluran (So) dan luas daerah pengaliran saluran. Berikut perhitungan debit limpasan (Ql) dengan metode rasional pada saluran AB.

Diketahui :

$$C = 0,6775 \text{ (Lihat Tabel 5.10)}$$

$$I = 194,166 \text{ mm/jam (Lihat Tabel 5.11)}$$

$$A = 0,13 \text{ Ha} \approx 0,0013 \text{ km}^2 \text{ (Lihat Tabel 5.12)}$$

Maka untuk menghitung debit limpasan (Ql) digunakan rumus Metode rasional sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q &= 0,2778 \times C \times I \times A \\ &= 0,2778 \times 0,6775 \times 194,166 \times 0,0013 \\ &= 0,048 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama, dapat digunakan untuk mengetahui debit limpasan (Ql) saluran BH dan saluran HI. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan debit limpasan saluran drainase, yang disajikan pada Tabel 5.15.

**Tabel 5.15 Rekapitulasi Debit Limpasan Saluran Drainase**

Saluran	Koefisien Pengaliran (C)	Intensitas Hujan (I)	Luas Daerah Aliran (A) (km <sup>2</sup> )	Debit (Ql) (m <sup>3</sup> /det)
AB	0,6775	194,166	0,0013	0,048
BH	0,728	92,970	0,0071	0,134
HI	0,7523	90,098	0,0241	0,45

Berdasarkan tabel 5.15 dapat dilihat bahwa nilai debit limpasan (Ql) berurutan dari saluran AB sampai saluran HI semakin meningkat. Debit limpasan

terbesar yaitu pada saluran HI sebesar 0,45 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan debit terkecil pada saluran AB sebesar 0,048 m<sup>3</sup>/detik yang terletak di hulu. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai debit limpasan pada masing-masing saluran diantaranya ialah koefisien pengaliran, intensitas hujan yang tinggi, dan luas daerah pengaliran, serta pola aliran saluran.

Saluran yang terletak di hulu seperti saluran AB memiliki titik elevasi saluran paling tinggi. Perbedaan elevasi tersebut (Tabel 5.9) menyebabkan air mengalir dari dataran tinggi ke dataran rendah, dimana pola aliran telah ada pada kondisi eksisting saluran. Maka air mengalir dari saluran AB menuju saluran BH, dan berakhir di hilir saluran HI. Jadi debit limpasan akan semakin besar, berurutan dari saluran AB hingga saluran HI, mengikuti kemiringan saluran dan juga kemiringan daerah pengaliran serta mengikut pola aliran menerus.

Luas daerah pengaliran terkecil terdapat pada saluran AB, dimana luas pengaliran sebesar 0,0013 km<sup>2</sup>. Sedangkan daerah pengaliran terbesar terdapat pada saluran HI, dimana luas pengaliran yang dihitung merupakan akumulasi dari luas pengaliran saluran BH dan luas pengaliran saluran HI. Hubungan antara luas daerah pengaliran dengan debit limpasan (Ql) yaitu semakin luas daerah pengaliran maka air hujan yang masuk ke saluran semakin besar, dan sebaliknya. Namun juga terdapat faktor lain yang mempengaruhi debit limpasan (Ql), yaitu koefisien pengaliran (C) dan besaran intensitas hujan itu sendiri.

## 5.9 Analisis Kapasitas Saluran (Qc)

Untuk mengetahui kapasitas saluran drainase, maka perlu membandingkan antara debit kapasitas saluran eksisting (Qc) dengan debit limpasan (Ql). Jika debit kapasitas saluran eksisting lebih besar daripada debit limpasan (Ql), maka saluran tersebut dianggap aman dan tidak terjadi genangan. Berikut perhitungan kapasitas saluran eksisting BH.

### 1. Perhitungan Debit Kapasitas Saluran BH

Diketahui:

B = 0,3 m (lebar saluran eksisting)

h = 0,4 m (ketinggian saluran eksisting)

maka langkah awal yaitu menghitung luas penampang basah (A) dengan perhitungan berikut.

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0,3 \times 0,4 \\ &= 0,12 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan keliling saluran (P) yang ditinjau yaitu dengan perhitungan berikut.

$$\begin{aligned} P &= b + 2 h \\ &= 0,3 + (2 \times 0,4) \\ &= 1,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan keliling saluran (P), langkah berikutnya yaitu menghitung jari-jari hidrolis saluran (R) dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,12}{1,1} \\ &= 0,109 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka didapat besaran kecepatan aliran (V) menggunakan rumus *Manning* dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,013} \times 0,109^{2/3} \times 0,03^{1/2} \\ V &= 0,304 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Jadi, perhitungan kapasitas saluran (Qc) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Qc &= A \times V \\ &= 0,12 \text{ m} \times 0,304 \\ &= 0,037 \text{ m}^3/\text{detik}. \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka didapat kapasitas saluran BH yaitu 0,037 m<sup>3</sup>/detik. Adapun perhitungan kapasitas saluran HI dapat digunakan perhitungan yang sama. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan kapasitas saluran eksisting (Qc) yang dapat dilihat pada Tabel 5.16.

**Tabel 5. 16 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting (Qc)**

Saluran	Dimensi Saluran							Kapasitas Saluran (Qc)	
	B	h	A	P	R	s	n	V	Qc (m <sup>3</sup> /det)
AB	Tidak Tersedia Saluran								
BH	0,3	0,4	0,12	1,1	0,109	0,03%	0,013	0,304	0,037
HI	0,6	0,5	0,3	1,9	0,221	0,19%	0,013	1,098	0,330

### 5.10 Evaluasi Saluran Eksisting

Setelah menghitung kapasitas saluran (Qc) dan debit limpasan (Ql) untuk masing-masing saluran, maka tahapan selanjutnya yaitu evaluasi saluran dengan cara membandingkan kedua besaran debit tersebut. Jika nilai kapasitas debit saluran (Qc) lebih kecil daripada debit limpasan (Ql), maka saluran tersebut tidak aman, dan sebaliknya. Berikut tabel hasil perbandingan antara nilai debit limpasan dan kapasitas debit saluran, yang ditunjukkan pada Tabel 5.17.

**Tabel 5.17 Evaluasi Saluran Drainase Eksisting**

Saluran	(Ql) (m <sup>3</sup> /det)	Qc (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
AB	0,048	Tidak Tersedia saluran	Tidak Aman
BH	0,134	0,037	Tidak Aman
HI	0,45	0,330	Tidak Aman

Berdasarkan Tabel 5.17 menunjukkan bahwa semua saluran drainase eksisting tidak aman. Saluran eksisting yang dimaksud yaitu saluran BH dan saluran HI. Sedangkan titik AB tidak tersedia saluran, namun tetap dianggap bahwa saat terjadi hujan dengan debit limpasan sebesar 0,048 m<sup>3</sup>/detik dapat mengakibatkan genangan dan banjir. Pada saluran BH debit limpasan (Ql) lebih besar daripada kapasitas debit saluran (Qc) yaitu 0,134 m<sup>3</sup>/det (Ql) > 0,037 m<sup>3</sup>/det (Qc). Begitu juga pada saluran HI yang memiliki debit limpasan (Ql) sebesar 0,45

m<sup>3</sup>/detik lebih besar daripada kapasitas debit saluran (Qc) sebesar 0,330 m<sup>3</sup>/detik. Hasil evaluasi ini sesuai dengan informasi yang didapat penulis dari hasil wawancara dengan warga setempat, yang menyebutkan bahwa pada daerah pengaliran saluran AB, saluran BH, dan saluran HI beberapa kali terjadi genangan banjir saat hujan deras.

### 5.11 Perencanaan Ulang Dimensi Saluran Drainase Eksisting

Berdasarkan hasil analisis debit limpasan (Ql) dan analisis kapasitas saluran (Qc) yang dihitung pada sub bab 5.8 dan 5.9 menunjukkan bahwa semua saluran yang ditinjau pada penelitian ini tidak mampu untuk mengalirkan debit rencana atau debit limpasan (Ql). Maka dari itu, diperlukan upaya berupa penanggulangan genangan/banjir. Salah satu upaya yang **perlu** dilakukan yaitu melakukan desain ulang dimensi saluran drainase eksisting. Adapun perubahan dimensi disesuaikan dengan luasan lahan yang tersedia di lapangan.

Pada penelitian ini, perubahan dimensi dimaksimalkan pada kedalaman saluran (h), karena lahan terbatas dan jarak antara pagar rumah dengan badan jalan sangat berdekatan. Maka untuk mencegah terjadinya kegagalan kapasitas tampungan, maka perubahan dimensi ketinggian harus memperhitungkan tinggi jagaan. Berikut adalah uraian perhitungan tinggi jagaan pada Saluran AB.

#### a. Tinggi Jagaan Saluran AB

Diketahui :

$$H_{rencana} = 0,5 \text{ m (tinggi rencana saluran)}$$

maka dengan rumus berikut ini dapat dihitung tinggi jagaan yaitu

$$\begin{aligned} W &= \sqrt{0,5 \times h} \\ &= \sqrt{0,5 \times 0,5} \\ &= 0,125 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi tinggi yang digunakan pada saluran AB yaitu

$$\begin{aligned} h_{akhir} &= h_{rencana} + W \\ &= 0,5 + 0,125 \end{aligned}$$

$$= 0,625 \text{ m}$$

Maka berdasarkan rumus yang sama dapat digunakan perhitungan tinggi jagaan untuk saluran BH dan saluran HI. Berikut tabel rekapitulasi hasil perhitungan tinggi jagaan pada masing-masing saluran yang ditunjukkan pada Tabel 5.18.

**Tabel 5.18 Perhitungan Tinggi Jagaan**

Saluran	Desain Ulang Dimensi		Tinggi Jagaan(m)	h akhir (m)
	B (m)	h (m)		
AB	0,4	0,5	0,125	0,625
BH	0,3	1,35	0,3375	1,7
HI	0,6	0,75	0,1875	0,9

Perhitungan kapasitas saluran ( $Q_c$ ) pada sub-bab ini sama seperti perhitungan sebelumnya di sub-bab 5.9. Namun yang membedakan hanya pada **dimensi saluran** yang dimodifikasi dengan tinggi jagaan agar nilai kapasitas saluran ( $Q_c$ ) lebih besar dari debit limpasan ( $Q_l$ ). Pada kondisi di lapangan, tidak memungkinkan untuk mengubah lebar drainase terlalu besar. Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan desain ulang dimensi saluran eksisting yang ditunjukkan pada Tabel 5.19.

**Tabel 5.19 Rekapitulasi Desain Ulang Dimensi Saluran**

Saluran	Desain Ulang Dimensi							Kapasitas Saluran		(Q <sub>l</sub> ) (m <sup>3</sup> /det)
	B	h	A	P	R	S	n	V	Q <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /det)	
AB	0,4	0,625	0,25	1,65	0,152	0,08%	0,013	0,618	0,155	0,048
BH	0,3	1,7	0,51	3,7	0,138	0,09%	0,013	0,616	0,314	0,134
HI	0,6	0,9	0,54	2,4	0,225	0,19%	0,013	1,240	0,670	0,45

Berdasarkan Tabel 5.19 menunjukkan perubahan dimensi saluran pada tiga saluran yang ditinjau. Perubahan ketinggian terbesar ada pada saluran BH. Mengingat keterbatasan lahan, maka untuk saluran BH tidak memungkinkan dilakukan pelebaran saluran secara maksimal, sehingga penambahan ketinggian (h) saluran menjadi prioritas utama yaitu 1,7 meter dari 0,4 meter. Sama halnya dengan saluran HI yang memiliki lebar maksimal sebesar 60 cm. Apabila lebar saluran HI direncanakan lebih dari nilai tersebut, maka akan bersinggungan dengan tanah milik warga setempat. Sedangkan saluran AB sejak awal tidak



tersedia saluran, maka pada tabel 5.19 dapat dilihat bahwa saluran AB dilakukan perencanaan dimensi saluran sebesar 0,4 m (b) dan 0,625 (h). Untuk masing-masing kecepatan saluran (V) telah memenuhi persyaratan yang ada pada lampiran 4 yaitu maksimals sebesar 1,5 m/detik. Lalu kemiringan saluran juga dilakukan desain ulang menjadi sebesar 8% untuk saluran AB dan 9% untuk saluran BH agar memenuhi persyaratan minimum aliran yaitu 0,61 m/detik. Sedangkan saluran HI telah memenuhi persyaratan minimum dan maksimum sebesar 1,5 m/detik.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil “Evaluasi Drainase di Sekitar Kampus Universitas Islam Indonesia” sebagai berikut:

1. Melalui analisis hidrologi dan hidraulika didapatkan kapasitas saluran drainase eksisting untuk kala ulang 2 tahun diantaranya.
  - a. Saluran eksisting A-B tidak tersedia.
  - b. Kapasitas saluran B-H sebesar  $0,037 \text{ m}^3/\text{s}$ .
  - c. Kapasitas saluran H-I sebesar  $0,330 \text{ m}^3/\text{s}$ .
2. Melalui analisis hidrologi didapatkan debit limpasan saluran drainase di lingkungan sekitar kampus UII diantaranya.
  - a. Debit limpasan saluran A-B sebesar  $0,048 \text{ m}^3/\text{s}$ .
  - b. Debit limpasan saluran B-H sebesar  $0,134 \text{ m}^3/\text{s}$ .
  - c. Debit limpasan saluran H-I sebesar  $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$ .
3. Hasil desain ulang dimensi saluran yang tidak mampu menampung debit rencana kala ulang 2 tahun diantaranya.
  - a. Perencanaan saluran A-B sebesar  $0,4 \text{ m (b)} \times 0,625 \text{ m (h)}$ .
  - b. Desain ulang saluran B-H sebesar  $0,3 \text{ m (b)} \times 1,7 \text{ m (h)}$ .
  - c. Desain ulang saluran H-I sebesar  $0,6 \text{ m (b)} \times 0,9 \text{ m (h)}$ .

#### **6.2 Saran**

Adapun saran yang dapat disampaikan setelah melakukan penelitian “Evaluasi Drainase di Sekitar Kampus Universitas Islam Indonesia” sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penghitungan ulang terhadap nilai permeabilitas di sekitar daerah penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, O., 2018, Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan Pada Kawasan Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia
- American Association of States Highway and Transportation Officials.* 1992. Pedomannya Drainase Jalan Raya. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Anonim. 1997. Drainase Perkotaan. Gunadarma. Jakarta.
- Direktorat Jendral Pengairan. 1989. Cara Menghitung *Design Flood*. Yayasan Badan Penerbit PU. Jakarta.
- Fakultas Teknik Universitas Tarumanegara. 1998. Drainase Perkotaan. UPT. Jakarta Barat.
- Kasmar, Halim. 2011. Drainase Terapan. UII Press. Yogyakarta
- Loebis, Joesron. 1987. Banjir Rencana untuk Bangunan Air. Badan Penerbit Pekerjaam Umum. Bandung.
- Maulidin, A., 2016, Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia, Universitas Islam Indonesia.
- Setiawan, Ilham. 2020. Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Pramuka Kota Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. ANDI. Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang, 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta.
- Ulva, Rizqiwati.U. 2018. Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Wilson, E.M, 1993. Hidrologi Teknik. Erlangga. Jakarta.

# LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Nilai KT Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

G or Cs	Return period in years						
	2	5	10	25	50	100	200
	Exceedence probabilitas						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,9	-0,390	0,440	1,195	2,277	3,134	4,013	4,909
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847
2,7	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,097	3,932	4,783
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584
2,3	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,454
2,1	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1,9	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147
1,7	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-0,165	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

(Sumber : Soemarto, 1987)

## Lampiran 2 Tabel Nilai Derajat Kepercayaan

dk	Derajat kepercayaan ( $\alpha$ )							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,388	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,448	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,114	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,733	46,979	50,892	53,672

(Sumber: Kamiana, 2011)

Lampiran 3 Tabel Nilai Parameter Chi-Kuadrat ( $\chi^2_{cr}$ )

G or Cs	Return period in years						
	2	5	10	25	50	100	200
	Excedence probabilitas						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,9	-0,390	0,440	1,195	2,277	3,134	4,013	4,909
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847
2,7	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,097	3,932	4,783
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	3,652
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584
2,3	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,454
2,1	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1,9	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147
1,7	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-0,165	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

Sumber: Soemarto (1987)

Lanjutan Lampiran 3 Tabel Nilai Parameter Chi-Kuadrat ( $\chi^2_{cr}$ )

G OR CS	Return period in years						
	2	5	10	25	50	100	200
	Excedence probabilitas						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,995	2,108
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
-1,1	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1,3	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351
-1,5	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216
-1,7	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,059	1,087	1,097
-1,9	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995
-2,1	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,346	0,949
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907
-2,3	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2,4	0,351	0,725	0,795	0,823	0,826	0,832	0,833
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800
-2,6	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769
-2,7	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2,8	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714
-2,9	0,390	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3,0	0,396	0,636	0,666	0,666	0,666	0,667	0,667

Sumber: Soemarto (1987)



**Lampiran 4 Tabel Kecepatan yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material**

No.	Jenis bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik)
1.	Pasir halus	0,45
2.	Lempung kepasiran	0,50
3.	Lanau aluvial	0,60
4.	Kerikil halus	0,75
5.	Lempung kokoh	0,75
6.	Lempung padat	1,10
7.	Kerikil kasar	1,20
8.	Batu-batu besar	1,50
9.	Pasangan batu	1,50
10.	Beton	1,50
11.	Beton bertulang	1,50

(Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan 2006)

**Lampiran 5 Tabel Harga Rata-rata (n)**

<b>No.</b>	<b>Kondisi lapis permukaan</b>	<b>nd</b>
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dgn rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

(Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan 2006)

**Lampiran 6 Tabel Koefisien Penyebaran Hujan**

Luas Daerah Pengaliran (km <sup>2</sup> )	Koefisien Penyebaran Hujan ( <i>B</i> )
0 - 4	1
5	0.995
10	0.980
15	0.955
20	0.920
25	0.875
30	0.820
50	0.500

(Sumber : ISBN : 979 – 8382 – 49 – 8)

**Lampiran 7 Tabel Kemiringan Melintang Jenis Lapis Perkerasan**

No.	Jenis lapisan perkerasan jalan	Kemiringan melintang $i_n$ (%)
1.	Aspal, Beton	2 - 3
2.	Japat (jalan yang dipadatkan)	2 - 4
3.	Kerikil	3 - 6
4.	Tanah	4 - 6

(Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan 2006)

**Lampiran 8 Gambar Saluran AB****Gambar L-1.1 Saluran AB**

**Lampiran 9 Gambar Saluran BH**



**Gambar L-1.2 Saluran BH**

**Lampiran 10 Gambar Saluran HI****Gambar L-1.3 Saluran HI**

**Lampiran 11 Gambar Pengukuran Elevasi Menggunakan Theodolit****Gambar L-1.4 Saluran AB**



Lampiran 9 Tabel Data Pengukuran Elavasi

Titik		Tinggi Alat (m)	Pembacaan Rambu (m)			Sudut Horizontal				Sudut Vertikal				Sudut Helling				Jarak (m)		Beda Tinggi (m)	Beda Tinggi rata" (m)	Elevasi (m)	koordinat Global			Panjang saluran (m)	Ket
Dari	Ke		Ba	Bt	Bb	°	'	"	des	°	'	"	des	°	'	"	des	Optis	Datar			x	y	z			
A	Utara	1.34	1.285	1.238	1.190	0	0	0	0.000	90	0	0	90.000	0	0	0	0.000	9.500	9.500	0.103	0.103	321.460	110.4161	-7.6898	321.460	37.75	A-B
	B		1.860	1.673	1.485	102	35	10	102.586	90	0	0	90.000	0	0	0	0.000	37.500	37.500	-0.333	-0.351						
B	A	1.29	1.110	0.920	0.730	0	0	0	0.000	90	0	0	90.000	0	0	0	0.000	38.000	38.000	0.370	-0.705	321.109	110.4164	-7.6898	321.109	18	B-C
	C		2.090	2.000	1.910	267	32	35	267.543	90	0	0	90.000	0	0	0	0.000	18.000	18.000	-0.710							
C	B	1.34	0.730	0.640	0.550	0	0	0	0.000	90	0	0	90.000	0	0	0	0.000	18.000	18.000	0.700	-1.539	320.404	110.4164	-7.6900	320.404	45.75	C-D
	D		3.100	2.873	2.645	181	50	40	181.844	90	0	0	90.000	0	0	0	0.000	45.500	45.500	-1.533							
D	C	1.36	1.800	1.570	1.340	0	0	0	0.000	87	48	50	87.814	2	11	10	2.186	46.000	45.933	1.545	-1.869	318.865	110.4163	-7.6904	318.865	65.5	D-E
	E		3.530	3.205	2.880	178	29	55	178.499	90	0	0	90.000	0	0	0	0.000	65.000	65.000	-1.845							
E	D	1.41	1.260	0.930	0.600	0	0	0	0.000	88	46	25	88.774	1	13	35	1.226	66.000	65.970	1.893	-2.032	316.996	110.4162	-7.6910	316.996	43.5	E-F
	F		3.650	3.440	3.230	181	39	10	181.653	90	0	0	90.000	0	0	0	0.000	42.000	42.000	-2.030							
F	E	1.42	0.650	0.425	0.200	0	0	0	0.000	88	40	20	88.672	1	19	20	1.322	45.000	44.976	2.033	-0.747	314.965	110.4161	-7.6914	314.965	23.5	F-G
	G		2.280	2.165	2.050	183	55	40	183.928	90	0	0	90.000	0	0	0	0.000	23.000	23.000	-0.745							
G	F	1.395	1.240	1.120	1.000	0	0	0	0.000	88	51	0	88.850	1	8	0	1.133	24.000	23.990	0.750	-1.068	314.217	110.4160	-7.6916	314.217	65.5	G-H
	H		4.100	3.775	3.450	265	30	55	265.515	88	51	5	88.851	1	8	55	1.149	65.000	64.974	-1.077							
H	G	1.355	2.480	2.150	1.820	0	0	0	0.000	88	23	25	88.390	1	36	35	1.610	66.000	65.948	1.059	-3.948	313.149	110.4154	-7.6914	313.149	20.5	H-I
	I		1.720	1.515	1.310	179	50	5	179.835	95	18	5	95.301	-5	-18	-5	-5.301	41.000	40.650	-3.948							
I																					309.201	110.4150	-7.6914	309.201	-		

### Lampiran 12 Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir

Bulan			April				Mei				Juni				Juli				
Minggu ke-			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Kegiatan	Jam Kerja	Bobot (%)																	
<b>Survei</b>																			
<b>Pengumpulan Data</b>	12	8.9	4.4	3	3.0														
Pengukuran Elavasi Saluran																			
Data Curah Hujan																			
<b>Analisis Data</b>																			
Analisis Frekuensi	20	14.8			3.7	3.7	3.7												
Analisis Keofisien Pengaliran	20	14.8					3.7	3.7	3.7										
Analisis Hidrologi	20	14.8							3.7	3.7									
Analisis Hidraulika	15	11.1								3.7	3.7								
Analisis Perbandingan Qc dan Ql	20	14.8									6.7	6.7	6.7	6.7					
<b>Penyusunan Laporan</b>																			
Laporan Sementara	10	7.4													11				
Laporan Akhir	18	13.3														3.7	3.7	3.7	
<b>Total Jam</b>	135	100.0	4.4	3	6.7	3.7	7.4	3.7	7.4	7.4	10	6.7	6.7	6.7	11	3.7	3.7	3.7	
<b>Total Jam Kumulatif</b>			4.4	7.4	14	18	25	29	36	44	54	61	67	74	85	89	93	96	